



**RAAHEN  
ILMANLAATU  
2020**

# RAAHEN ILMANLAATU 2020

## ILMANLAADUN SEURANTARAPORTTI, RAAHE 2020

**Mittausten suorittaja ja tulosten editointi:** Aino Alatalo **Mittalaitteiden kalibroinnit:** J.P. Pulkkisen kalibrointi Ky **Metallianalyysit ja PAH-analyysit:** Eurofins Environment Testing Finland Oy **Raportin laatija:** Aino Alatalo **Kannen Kuva:** Terho Männistö **Valokuvat:** Raahen seutukunnan kuvapankki, Leena Harju, Anni Mämmelä, Anu Kiviniitty, Riikka Nevalainen, Aino Alatalo, Terho Männistö, Kaisu Kaasalainen, SSAB, Raahen Energia Oy **Kartat:** Raahen kaupunki: Maankäyttö ja mittaus, Maanmittauslaitos

# SISÄLLYS

<b>1. TIIVISTELMÄ</b>	<b>6</b>
<b>2. JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>3. SELITTEET</b>	<b>7</b>
<b>4. LAINSÄÄDÄNTÖ, LUPAVELVOITTEET JA STANDARDIT</b>	<b>9</b>
4.1. Kuntien velvoitteet	9
4.2. Seurantaryhmän velvoitteet	10
4.3. Lainsäädännön ja standardien määritelmät	11
<b>5. ILMANLAADUN MITTAUSVERKKO</b>	<b>14</b>
5.1. Mittauspisteet	15
5.2. Menetelmät	18
5.3. Toimijat	19
<b>6. PÄÄSTÖT</b>	<b>20</b>
6.1. Teollisuus	20
6.2. Liikenne	23
6.3. Asutus ja muut hajalähteet	24
<b>7. ILMANLAATUINDEKSI</b>	<b>24</b>
7.1. Ilmanlaatuindeksi vuonna 2020	25
<b>8. TYPEN OKSIDIT (NO<sub>x</sub>)</b>	<b>27</b>
8.1. Typen oksidipitoisuudet lainsäädännössä	27
8.2. Typpimittaukset vuonna 2020	28
<b>9. RIKKIDIOKSIDI (SO<sub>2</sub>)</b>	<b>31</b>
9.1. Rikkidioksidipitoisuudet lainsäädännössä	31
9.2. Rikkidioksidimittaukset vuonna 2020	32
<b>10. HIUKKASET (PM<sub>10</sub>)</b>	<b>35</b>
10.1. Hiukkaspitoisuudet lainsäädännössä	36
10.2. Hengitettävät hiukkaset 2020	37
<b>11. HIUKKASTEN SISÄLTÄMÄT PAH-YHDISTEET</b>	<b>40</b>
11.1. PAH-pitoisuudet lainsäädännössä	40
11.2. PAH-mittaukset vuonna 2020	41
<b>12. HIUKKASTEN SISÄLTÄMÄT RASKASMETALLIT</b>	<b>46</b>
12.1. Raskasmetallipitoisuudet lainsäädännössä	47
12.2. Metallimittaukset vuonna 2020	48
<b>13. LASKEUMA</b>	<b>54</b>
13.1. Laskeumamittaukset vuonna 2020	54
<b>14. SÄÄTIEDOT</b>	<b>60</b>
14.1. Vuoden 2020 sää	60
<b>15. LÄHDELUETTELO</b>	<b>64</b>
<b>16. LIITTEET</b>	<b>64</b>

# 1. TIIVISTELMÄ

Vuonna 2020 ilmanlaadun mittaustoimintaa jatkettiin kaupungin tekemänä työnä edellisen vuoden tapaan. Mittaukset tehdään viisivuotisen seurantasuunnitelman mukaisesti. Nykyinen seurantasuunnitelma on voimassa 2018-2022. Mittauksia tehtiin Keskustan ja Lapaluodon mittausasemilla. Lisäksi laskeumanäytteitä kerättiin Välikylässä ja Lentokenkäntiellä.

Kaikki mittauslaitteistot toimivat ilman suurempia laitevikoja, mutta vuoden ajalle sattui joitakin muutaman päivän kestäneitä mittauskatkoksia, esim. tietoliikenneongelmista johtuen. Lisäksi katkoksia mittauksiin on tullut laitteiden huolloista ja kalibroinnista. Mittaustuloksia saatiin kuitenkin sekä kuukausi- että vuositasolla lainsäädännön vaatimusten mukaan riittävästi.

Vuonna 2020 ilmanlaatu oli hyvä Keskustan mittausasemalla 91 % vuodesta ja Lapaluodon mittausasemalla 88,1 % vuodesta. Ilmanlaatu oli hyvä tai tyydyttävä molemmilla mittausasemilla yli 97 % vuodesta. Ilmanlaatuindeksi huomioi kuitenkin vain Raahessa mitatut parametrit, joita ovat rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>), typidioksidi (NO<sub>2</sub>) ja hengitettävät hiukkaset (PM<sub>10</sub>). Näin ollen eri kaupunkien ja mittausasemien indeksit eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska eri asemilla indeksiin vaikuttavat eri epäpuhtaudet. Raahessa ilmanlaadulla voi olla hetkellisesti vaikutuksia herkemmillä väestöryhmille, esim. keväisin katupölyaikaan. Raahessa tällaisia ajanjaksoja oli ilmanlaatuindeksinä tarkasteltuna koko vuonna Keskustassa yhteensä 26 ja Lapaluodossa yhteensä 24 tunnin aikana.

Vuosi oli säiden suhteen poikkeuksellisen lämmin etenkin talvikuukausien osalta. Kevät oli hieman keskiarvoa kylmempi, kun taas kesä oli lähellä keskiarvoja. Syksy oli selvästi keskiarvoja lämpimämpi.

Vuoden aikana sattui yhteensä kaksi vuorokausiraja-arvon ylitystä, jotka molemmat olivat Keskustassa hengitettävillä hiukkasilla (PM<sub>10</sub>). Lain mukaisesti vuorokausiraja-arvon ylityksiä hengitettävillä hiukkasilla (PM<sub>10</sub>) saa tapahtua asemalla yhteensä 35 kertaa vuoden aikana, ennen kuin vuosittainen raja-arvo katsotaan ylittyneeksi. Hengitettävien hiukkasten

ylitykset tapahtuivat maaliskuun lopulla ja huhtikuun alussa, jolloin ne molemmat oletettavasti johtuivat katupölystä. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvon raja-arvo ei ylittynyt kummallakaan asemalla.

Rikkidioksidin pitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoja tai ohjearvoja. Rikkidioksidin suurin tuntikeskiarvo oli 114,1 µg/m<sup>3</sup> ja suurin vuorokausikeskiarvo oli 29,8 µg/m<sup>3</sup>. Kumpikin arvo alittaa reilusti raja-arvot.

Typen oksidien pitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoja tai ohjearvoja. Suurin mitattu typidioksidin pitoisuus Keskustassa oli 98,3 µg/m<sup>3</sup>. Typpioksidin vuosikeskiarvo laski hieman edellisiin vuosiin verrattuna ja oli nyt pienin vuosikymmenen aikana.

Hiukkasiin sitoutuneiden PAH-yhdisteiden merkkiaineen bentso(a)pyreenin tavoitearvo alittui Lapaluodossa ja Keskustassa. Vuosikeskiarvo Lapaluodossa oli 0,86 ng/m<sup>3</sup>, kun lainsäädännössä asetettu tavoitearvo on 1 ng/m<sup>3</sup>. Keskustan vuosikeskiarvo oli 0,29 ng/m<sup>3</sup>. Tavoitearvo tulee mahdollisuuksien mukaan alittaa. Korkeimmat PAH-yhdisteiden pitoisuudet mitataan yleensä talviaikaan ja kesällä pitoisuudet ovat pienempiä.

Hiukkasiin sitoutuneista metalleista vain jäljelle on lainsäädännössä määritelty raja- tai tavoitearvo (arseeni, kadmium, nikkeli ja lyijy). Näiden raskasmetallien pitoisuudet jäivät selvästi alle kyseisten arvojen.

Laskeuman tuloksista on jätetty pois syyskuun tulokset poikkeavien analyysituloksien vuoksi. Laskeumassa kuitenkin täyttyy 90 %:n ajallinen kattavuus ja tulokset on esitetty raportissa. Vuonna 2020 uusittiin Välikylässä laskeuman keräystelineet. Telineiden uusiminen ei aiheuttanut katkoksia mittauksiin.

Covid-19 pandemia on voinut vaikuttaa vuoden 2020 tuloksiin pitoisuuksia alentavasti. Keväällä oli laajasti sulkua ja etätyösuositus, minkä vuoksi liikennettä oli normaalia vähemmän. Kaikki yritykset eivät myöskään ole pandemian vuoksi toimineet normaalilla tuotantoteholla.

## 2. JOHDANTO

Tässä raportissa esitetään vuoden 2020 ilmanlaadun mittausten tulokset sekä kerrotaan miten ja miksi ilmanlaatua mitataan. Lisäksi pohditaan lyhyesti ilmanlaadun vaikutusta ihmisiin ja ympäristöön. Vuoden 2018 raportissa on kerrottu laajemmin ilmanlaadun mittauksen historiasta Raahessa.

Tässä raportissa esitellään ne mitatut ja lasketut tulokset, jotka on raportoitu Ilmatieteenlaitokselle. Tässä raportissa olevissa tuloksissa voi olla joitain pieniä eroavaisuuksia Ilmatieteenlaitoksen julkaisemiin virallisiin tilastoihin, koska Ilmatieteenlaitos laskee tilastonsa talviajassa. Erot ovat kuitenkin niin pieniä, ettei niillä ole merkittävää vaikutusta koko vuoden tuloksiin.

Ilmanlaadun mittaukset toteutettiin vuosille 2018–2022 laaditun ja Pohjois-Pohjanmaan

ELY-keskuksen hyväksymän tarkkailusuunnitelman ja sen perusteella tehdyn seurantasopimuksen mukaisesti. Ilmanlaadun mittauksista ja raportin laadinnasta on vastannut Raahen kaupunki. Ilmanlaadun kustannuksista ovat vastanneet Raahen kaupunki, SSAB Europe Oy (sisältäen Raahen Voima Oy:n ja Nordkalk Oy:n), Raahen Energia Oy, Raahen Satama Oy sekä Raahen Valimo Oy (Miilucast Oy). Ilmanlaadun laboratorioanalyysistä on vastannut Eurofins Environment Testing Finland Oy. Mittauslaitteiden kalibroinnista on vastannut J.P. Pulkkinen kalibrointi Ky.

Ajantasaista tietoa Raahen ilmanlaadusta on Raahen kaupungin nettisivuilla <https://raahe.fi/luonto-ja-ymparisto/ilmanlaatu>, sekä valtakunnallisesti koskien koko Suomen ilmanlaatatietoja Ilmatieteenlaitoksen nettisivuilla <https://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>.



## 3. SELITTEET

Seuraaviin taulukoihin 1 ja 2 on koottu ilmanlaadun mittauksissa ja tässä raportissa käytettäviä yksiköitä, lyhenteitä ja termejä sekä

niiden määritelmiä. Lainsäädäntöön liittyviä termejä on käsitelty erikseen raportin kappaleessa 4.3.

Taulukko 1: Yksiköt ja niiden selitteet.

Yksikkö	Selite
$\mu\text{m}$	Pituuden yksikkö: mikrometri (= metrin miljoonasosa)
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Pitoisuuden yksikkö: mikrogrammaa (= gramman miljoonasosaa) kuutiometrissä ilmaa
$\text{ng}/\text{m}^3$	Pitoisuuden yksikkö: nanogrammaa (=gramman miljardisosa) kuutiometrissä ilmaa
$^{\circ}\text{C}$	Lämpötilan yksikkö: Celsiusaste
K	Lämpötilan yksikkö: Kelvinaste, $293\text{ K} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$
atm	Paineen yksikkö: atmosfääri, $1\text{ atm} = \text{normaali-ilmakehän paine}$
kPa	Paineen yksikkö: kilopascal, $101,3\text{ kPa} = 1\text{ atm}$

Taulukko 2: Lyhenteitä tai termejä ja niiden määritelmät.

Lyhenne tai termi	Määritelmä
<b>Epäpuhtaus</b>	Ilmassa oleva aine, jolla voi olla haitallisia terveys- tai ympäristövaikutuksia
<b>Tuntikeskiarvo</b>	Yhden tunnin kestäneen näytteenoton pitoisuusarvo tai lyhytaikaisemmista tuloksista laskettu keskiarvo yhden tunnin ajalta. Jatkuvatomissa mittauksissa tuntiarvo voidaan hyväksyä, jos sen laskemiseen käytettävät arvot kattavat ajallisesti vähintään 75 % tunnista.
<b>Vuorokausikeskiarvo</b>	Vuorokauden kestäneen näytteenoton pitoisuusarvo tai tuntiarvoista laskettua vuorokausikeskiarvo. Tuntiarvoista laskettu vuorokausiarvo voidaan hyväksyä, jos tuntiarvoista on hyväksytyjä yli 75 % eli vähintään 18 tuntia, ja peräkkäisiä puuttuvia tuntiarvoja on korkeintaan 25 % eli kuusi tuntia.
<b>Vuosikeskiarvo</b>	Lasketaan siitä aikasarjasta, jonka aikaresoluutio on pienin. Esimerkiksi jos sekä tuntiarvot että vuorokausiarvot ovat käytettävissä, vuosikeskiarvo lasketaan tuntiarvoista. Yleisesti kalibrointien ja normaalin kunnossapidon vuoksi menetetään tuntiarvoja 5 % vuoden tunneista, joka voidaan suoraan vähentää laatutavoitteen 90 %:sta eli laatutavoitteena käytetään 85 % vuoden tunneista.
<b>PM<sub>10</sub></b>	Hengitettävät hiukkaset = halkaisijaltaan alle 10 $\mu\text{m}$ :n kokoiset hiukkaset
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	Pienhiukkaset = halkaisijaltaan alle 2,5 $\mu\text{m}$ :n kokoiset hiukkaset
<b>NO</b>	Typpimonoksidi
<b>NO<sub>2</sub></b>	Typpidioksidi
<b>NO<sub>x</sub></b>	Typen oksidit (NO ja NO <sub>2</sub> yhteismäärä laskettuna NO <sub>2</sub> :na)
<b>SO<sub>2</sub></b>	Rikkidioksidi
<b>PAH</b>	<i>Polycyclic aromatic hydrocarbons</i> , Polysykliset aromaattiset hiilivedyt
<b>B(a)P</b>	Bentso(a)pyreeni, yksi PAH-yhdiste, jota käytetään kaikkien PAH-yhdisteiden merkkiaineena
<b>CEN</b>	<i>European Committee for Standardisation</i> , Euroopan standardisoimisjärjestö
<b>ISO</b>	<i>International Standardisation Organisation</i> , Kansainvälinen standardisointiorganisaatio
<b>SFS</b>	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

## 4. LAINSÄÄDÄNTÖ, LUPAVELVOITTEET JA STANDARDIT

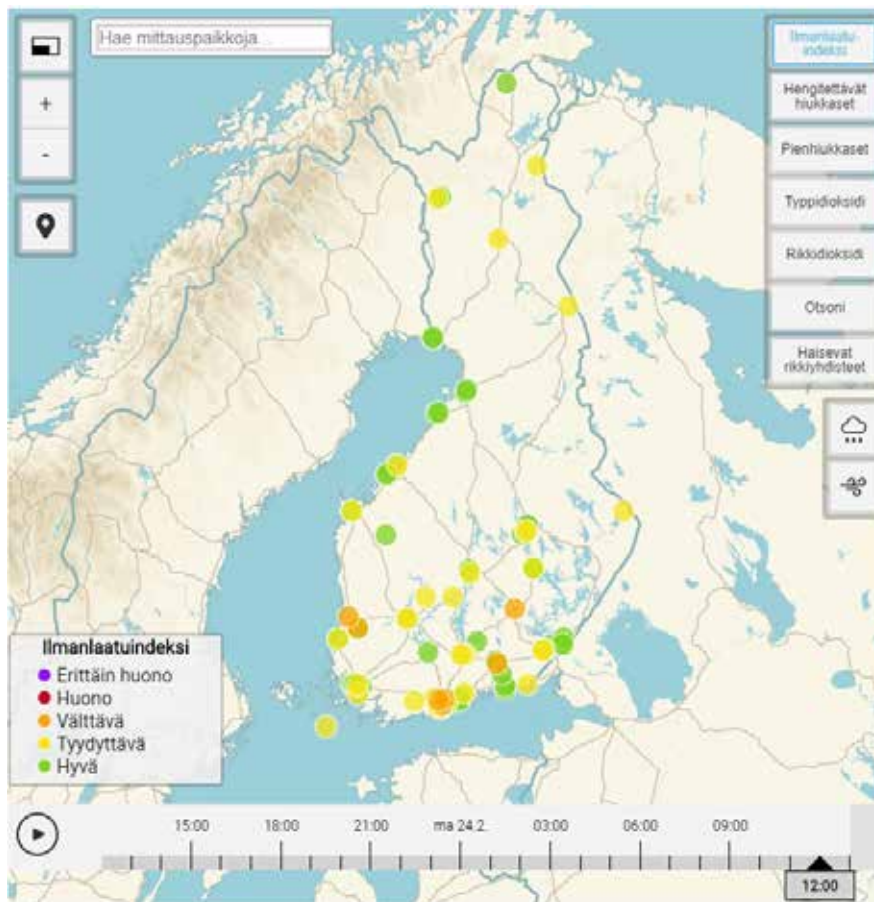
### 4.1. Kuntien velvoitteet

Ympäristönsuojelulain mukaisesti kunnan on alueellaan huolehdittava paikallisten olojen edellyttämästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta, mukaan lukien ilmanlaadusta. Seurantatiedot on julkistettava ja niistä on tiedotettava tarvittavassa laajuudessa. Tämän lisäksi kuntien tulee tiedottaa asukkaita poikkeuksellisista ilmanlaatuilanteista, kuten raja-arvojen ylityksistä, internetin ja tarvittaessa paikallisten tiedotusvälineiden kautta.

Raahen kaupungin nettisivuilta (<https://raahe.fi/luonto-ja-ymparisto/ilmanlaatu>) voi tarkastella ajantasaisesti hengitettävien hiukkasten, typpidioksidin ja rikkidioksidin pitoisuuksia sivulle lisätystä karttaoputuksesta (kuva 1).

Mahdolliset ylitykset tulevat näkyviin muiden Suomessa mitattujen ylitysten kanssa ilmatieteenlaitoksen nettisivuille (<https://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaadun-uusimmat-ylitykset>). Raahessa tapahtuneista ylityksistä on tiedotettu tapauskohtaisesti myös kaupungin nettisivuilla.

Lain mukaisesti ilmanlaadun seurannan riittävyyttä tarkastellaan vähintään viiden vuoden välein tehtävällä seurantasuunnitelmalla, jossa arvioidaan nykyisten mittausten riittävyys, sekä määritellään uudet mittaustarpeet ja tavoitteet. Raahessa tämän hetkinen seurantasuunnitelma ja yhteistyösopimukset on tehty vuosille 2018–2022.



Kuva 1: Kaupungin nettisivuilla oleva ilmanlaatuindeksin ajantasainen karttaoputus. Karttaa zoomaamalla näkee myös koko Suomen ilmanlaadun mittausverkkojen tilanteen.

## 4.2. Seurantaryhmän velvoitteet

Raahen ilmanlaadun mittauksiin vaikuttavat osaltaan myös mukana olevien toimijoiden omissa ympäristöluvuissaan määrätyt velvoitteet ilmaan johdettavien päästöjen seurannasta.

SSAB Europe Oy:n Raahan terästehtaan ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen mukaan luvanhaltijan on osallistuttava Raahen kaupungin ilmanlaadun yhteistarkkailuun, jonka järjestämisessä on otettava huomioon lupapäätöksessä ja sen liitteessä määrätyt asiat.

Tehdasalueella toimiville Raahan Voima Oy:n voimalaitokselle ja Nordkalk Oy:n Raahan kalkinpolttamolle, sekä tehdasalueen läheisyydessä sijaitsevalle Raahan Satama Oy:lle on myös annettu ympäristöluvuissaan määräykset osallistua Raahen seudun ilmanlaadun yhteistarkkailuun.

Raahen Valimo Oy on toiminut lokakuusta alkaen Miilucast Oy:n entisissä toimitiloissa ja Miilucast Oy:lle myönnetyn ympäristöluvan mukaisesti. Ympäristöluvassa on annettu määräys osallistua Raahen kaupungin ilmanlaadun yhteistarkkailuun.

Raahen Energia Oy:n osallistumisvelvoite tulee pieniä polttolaitoksia koskevasta asetuksesta, jonka mukaisesti laitoksen on tarvittaessa osallistuttava ilmanlaadun yhteistarkkailuun.

ELY-keskus huolehtii ympäristön tilan seurannasta alueellaan. ELY-keskuksen tulee olla selvillä ilmanlaadusta ja huolehtia siitä, että sen alueella ilmanlaadun seuranta on järjestetty hyvin.





### 4.3. Lainsäädännön ja standardien määritelmät

Ympäristönsuojelulain lisäksi ilmanlaadun seurantaan vaikuttavia määräyksiä ja pitoisuusarvoja on asetettu mm. ilmanlaatu- ja metalliasetuksissa, jotka osaltaan määrittelevät myös, miten ilmanlaatua tulee mitata. Seuraavaan taulukkoon 3 on koottu kaikki nykyisin voimassa olevat lait ja asetukset, jotka

vaikuttavat ilmanlaadun mittauksiin, ja joihin viitataan myöhemmin raportissa. Ilmanlaatu- ja metalliasetusten raja-arvot ja mittaustermelmät pohjautuvat Euroopan unionin direktiiveihin. Siten ilmanlaadun mittaustulokset ovat lähtökohtaisesti vertailukelpoisia koko EU:n alueella.

Taulukko 3: Ilmanlaadun mittauksiin vaikuttavat lait ja asetukset.

Lain lyhenne	Säädösnumero	Laki
YSL	YSL 527/2014	Ympäristönsuojelulaki
YSA	VNa 713/2014	Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta
Ilmanlaatuasetus	VNa 79/2017	Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta
Metalliasetus	VNa 113/2017	Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä
	VNp 480/1996	Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista



Lainsäädännössä määritellyt raja-arvot, tavoitearvot yms. on eritelty tähän raporttiin numeroarvoina kunkin epäpuhtauden osalta oman kappaleensa yhteydessä. Seuraavan sivun taulukossa 4 määritellään sanallisesti eri

termejä, joita on ryhmitelty epäpuhtauksien mukaan. Taulukkoon ja koko raporttiin on poimittu laeista vain ne epäpuhtaudet, joita Raahessa mitataan.

Taulukko 4: Lainsäädännössä olevia termejä ja niiden määritelmiä eri epäpuhtauksien mukaan.

Lyhenne tai termi	Määritelmä
<b>Raja-arvo (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>)</b>	Tieteellisin perustein terveyshaittojen ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi vahvistettu pitoisuus, joka on alitettava määräajassa ja jota ei saa ylittää sen jälkeen kun raja-arvo on saavutettu
<b>Tavoitearvo (As, Cd, Ni, B(a)P)</b>	Pitoisuus tai kuormitus, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava määräajassa ja jolla pyritään vähentämään haitallisia terveys- ja ympäristövaikutuksia
<b>Ohjearvo (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>)</b>	Pitoisuus, jonka ylittyminen pyritään estämään ennakolta pitkällä aikavälillä alueilla, joilla ilmanlaatu on tai saattaa toistuvasti olla huonompi kuin ohjearvo edellyttäisi. Ohjearvot on otettava huomioon mm. maankäytön ja liikenteen suunnittelussa.
<b>Kaikille epäpuhtauksille</b>	
<b>Ylempi arviointikynnys</b>	Pitoisuus, jota korkeammissa pitoisuuksissa seuranta-alueella jatkuvat mittaukset ovat ensisijainen ilmanlaadun seurantamenetelmä ja jota alemmissa pitoisuuksissa voidaan käyttää jatkuvien mittausten ja mallintamistekniikoiden tai suuntaa-antavien mittausten yhdistelmää
<b>Alempi arviointikynnys</b>	Pitoisuus, jota alemmissa pitoisuuksissa ilmanlaadun arvioimiseksi riittää, että seuranta-alueella käytetään yksinomaan mallintamista tai muita menetelmiä, kuten päästökartoituksia
<b>Jatkuva mittaus</b>	Kiinteillä mittausasemilla jatkuvatoimisesti tai satunnaisotannalla tehdyt mittaukset. Kullekin epäpuhtaudelle on määritelty erityiset laatutavoitteet sallittujen epävarmuuksien, aineiston vähimmäismäärän ja ajallisen kattavuuden suhteen.
<b>Suuntaa-antava mittaus</b>	Kiinteillä tai siirrettävillä mittausasemilla tehtyjä yleensä lyhytkestoisia tai otantaan perustuvia mittauksia. Kullekin epäpuhtaudelle on määritelty erityiset laatutavoitteet.
<b>Mallintaminen</b>	Esim. leviämismalleilla tai päästökartoituksilla tehty arvio ilmanlaadun tasosta
<b>Rikkidioksidille ja typen oksideille</b>	
<b>Prosenttipiste</b>	Aineiston arvo, jota pienempiä arvoja aineistossa on n % (n = lukumäärä). Esimerkiksi 99. prosenttipiste on se aineiston arvo, jota pienempiä arvoja aineistossa on 99 %
<b>Varoituskynnys</b>	Pitoisuus, jonka ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen voi vaarantaa yleisesti ihmisten terveyttä
<b>Tiedotuskynnys</b>	Pitoisuus, jonka ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen voi vaarantaa ilman epäpuhtauksille herkkien väestöryhmien terveyttä
<b>Kriittinen taso</b>	Tieteellisin perustein vahvistettu (rikkidioksidin tai typen oksidien) pitoisuus, jota suuremmat pitoisuudet voivat aiheuttaa suoria haitallisia vaikutuksia kasvillisuudessa tai ekosysteemeissä

Ilmanlaatuasetuksen mukaan mittauksissa tulee käyttää mittausten laadun ja jäljitettävyyden takia asetuksessa määritellyjä standardeja. Seuraavaan taulukkoon 5 on koottu-

na kaikki vuoden 2020 mittauksissa käytössä olleet standardit mitattavan epäpuhtauden mukaan luokiteltuna.

Taulukko 5: Ilmanlaadun mittauksissa käytetyt standardit.

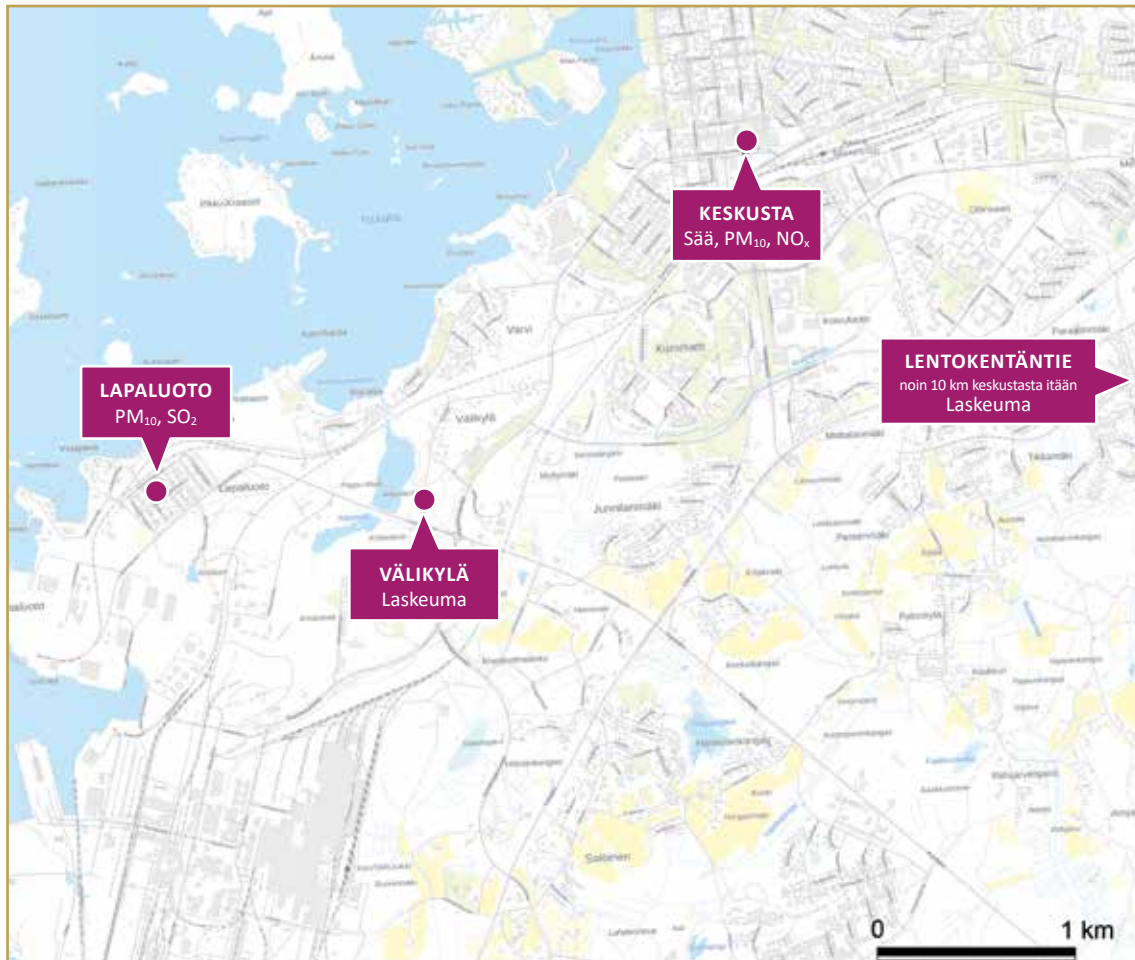
Mitattava epäpuhtaus	Standardinumero	Standardi
NO <sub>x</sub>	SFS-EN 14211:2012	Ambient air. Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence
SO <sub>2</sub>	SFS-EN 14212:2012	Ambient air. Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence
PM <sub>10</sub>	SFS-EN 12341:2014	Ambient air. Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM <sub>10</sub> or PM <sub>2,5</sub> mass concentration of suspended particulate matter
PM <sub>10</sub>	SFS-EN 16450:2017	Ambient air. Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM <sub>10</sub> ; PM <sub>2,5</sub> )
PAH-yhdisteet	SFS-EN 15549:2008	Air quality. Standard method for the measurement of the concentration of benzo[a]pyrene in ambient air
Raskasmetallit	SFS-EN 14902:2006	Ambient air quality. Standard method for the measurement of the of Pb, Cd, As and Ni in the PM <sub>10</sub> fraction of suspended particulate matter
Laskeuma	SFS-EN 15841:2009	Ambient air quality. Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition



## 5. ILMANLAADUN MITTAUSVERKKKO

Kuvassa 2 on esitetty kartalla nykyisten mittauspisteiden sijainnit sekä mittauspisteissä mitattavat epäpuhtaudet. Lisäksi Keskustassa

on sääasema, jossa mitataan mm. tuulen voimakkuutta ja suuntaa sekä ilman lämpötilaa.



Kuva 2: Mittausasemien ja laskeumamittauspisteiden sijainnit sekä mittausasemilla mitattavat epäpuhtaudet.



## 5.1. Mittauspisteet

### 5.1.1. Keskustan mittausasema

Aseman nimi:	Keskustan mittausasema
Osoite:	Fellmanin puistokatu 20, Raahe
Koordinaatit (ETRS-TM35FIN):	N 7175554, E 379861
Mittausvuodet:	1984 –
Mittausparametrit v. 2020:	PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , NO, PAH, metallit, säätietoja
Näytteenottokorkeus:	4 m maanpinnasta



Keskustan mittausasema on ollut nykyisellä paikallaan Fellmanin puistokadun keskiosan viherkaistalla vuodesta 2005. Tätä ennen asema on sijainnut viereisen liikekeskuksen (ent. Hittimaatti, nykyinen Kuntokeskus Raahe) katolla 1996–2003 ja sitä ennen linja-autoaseman pihalla jo vuodesta 1984 lähtien. Mittausaseman pitoisuudet edustavat keskustan suurimpia liikenteen aiheuttamia pitoisuuksia, joten liikenteen ja katupölyn aiheuttamat vaikutukset havaitaan selvästi. Aseman molemmin puolin kulkee kaksikaistainen katu ja aseman lähellä sijaitsee niin linja-autoasema, taksiasema kuin vilkas liikennevaloristeyskin.



Joulukuussa 2018 tehtyjen liikennelaskelmien mukaan aseman viereisen Fellmanin puistokadun keskimääräinen liikennemäärä on noin 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus on vajaa 7 %. Nopeusrajoitus aseman kohdalla on 40 km/h, mutta läheisten liikennevalojen aiheuttaman jarruttamisen/kiihdyttämisen takia keskimääräinen nopeus on vain noin 30 km/h.

Aseman välittömässä läheisyydessä on vain vähän pientaloasutusta ja teollisuutta. Etäisyyttä SSAB:n teollisuusalueeseen on lähimmilläänkin yli 4 km.

### 5.1.2. Lapaluodon mittausasema

Aseman nimi:	Lapaluodon mittausasema
Osoite:	Ahtaajankatu 8, Raahе
Koordinaatit (ETRS-TM35FIN):	N 7173942, E 376820
Mittausvuodet:	1984 –
Mittausparametrit v. 2020:	PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , PAH, metallit
Näytteenottokorkeus:	4 m maanpinnasta

Lapaluodon mittausasema on sijainnut vanhan Lapaluodon koulun pihalla vuodesta 1984 alkaen. Asema edustaa SSAB:n teollisuusalueen ja sataman läheisyyden takia nimenomaan teollisuuden päästöjä, mutta lisäksi Lapaluodon pitoisuuksiin vaikuttaa myös pientalovaltaisena alueena omakotitalojen puulämmitys. Tehdasalueelle on matkaa noin 1 km.

Tammikuussa 2019 tehtyjen liikennelaskelmien mukaan mittausaseman viereisen Satamakadun keskimääräinen liikennemäärä

on vajaa 600 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus on vajaa 10 %. Ajoneuvojen keskimääräinen nopeus on 17 km/h. Suurimmat teollisuuslaitokset sijoittuvat asemalta katsottuna etelän ja kaakon väliselle sektorille. Lähimmät kuonakäsittelyalueet sijoittuvat noin 700 metrin etäisyydelle mittausasemasta. Teollisuustoimintojen ja Lapaluodon mittausaseman välillä on metsää.



### 5.1.3. Välikylän laskeumamittauspiste

Välikylän laskeumapiste edustaa ilmasta laskeutuvien metallien määrää 70 metrin etäisyydellä tiestä ja 400 – 3700 metrin etäisyydellä teollisuudesta.

Piste sijaitsee puistoalueella. Mittauspisteen ja päästölähteiden välissä kasvaa metsää.

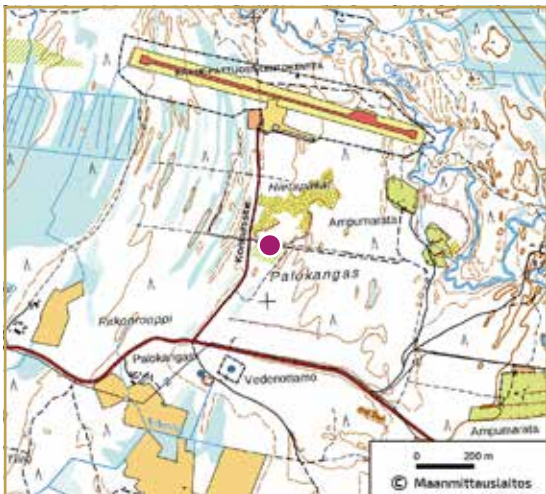


Aseman nimi:  
Välikylän laskeumapiste  
Koordinaatit (ETRS-TM35FIN):  
N 7173833, E 378158  
Mittausparametrit v. 2020:  
Metallit laskeumasta  
Näytteenottokorkeus:  
2 m maanpinnasta



### 5.1.4. Lentokentätien laskeumamittauspiste

Lentokentätien laskeumapiste edustaa Raahen alueen ilmasta laskeutuvien metallien taustapitoisuutta. Pisteen lähellä ei ole merkittäviä päästölähteitä ja lähimmälle harvoin liikennöidylle tielle on matkaa noin 200 metriä.



Aseman nimi:  
Lentokentätien laskeumapiste  
Koordinaatit (ETRS-TM35FIN):  
N 7175180, E 390007  
Mittausparametrit v. 2020:  
Metallit laskeumasta  
Näytteenottokorkeus:  
2 m maanpinnasta



## 5.2. Menetelmät

Mittauspisteillä mitattavat ilmanlaadun epäpuhtaudet, mittaustiheydet, käytössä olevat laitteet, analyysimenetelmät ja standardit ovat kuvattuna seuraavaan taulukkoon 6.

Raportin kappaleessa 4.3. on eriteltyä käytettävät standardit myös otsikoiden perusteella.

Taulukko 6: Ilmanlaatumittauksissa käytettävät mittausmenetelmät.

Mittauspiste	Ilman epäpuhtaus	Mittaus-tiheys	Käytössä oleva laite/keräin	Analyysi-menetelmä	Standardi (SFS-EN)
Keskusta	NO <sub>x</sub>	Jatkuva-toiminen	Environnement AC 32M	Kemilumine-senssi	14211:2012
	PM <sub>10</sub>	Jatkuva-toiminen	Teom 1400 A	Värähtelevä mikrovaaka	12341:2014 16450:2017
	PAH-yhdisteet <sup>1)</sup>	1 krt/vko	Leckel	GC-MS <sup>4)</sup>	15549:2008 12341:2014
	Raskas-metallit <sup>2)</sup>	1 krt/vko	SEQ47/50-RV	ICP-MS <sup>5)</sup>	14902:2006 12341:2014
	Sääasema <sup>3)</sup>	Jatkuva-toiminen	Vaisala WXT520		
Lapaluoto	SO <sub>2</sub>	Jatkuva-toiminen	Thermo Electron model 43i	UV-fluoresenssi	14212:2012
	PM <sub>10</sub>	Jatkuva-toiminen	Teom 1400 AB	Värähtelevä mikrovaaka	12341:2014 16450:2017
	PAH-yhdisteet <sup>1)</sup>	2,5 krt/vko	Leckel	GC-MS <sup>4)</sup>	15549:2008 12341:2014
	Raskas-metallit <sup>2)</sup>	1 krt/vko	SEQ47/50-RV	ICP-MS <sup>5)</sup>	14902:2006 12341:2014
Välikylä	Laskeuman raskasmetallit <sup>2)</sup>	1 kk keräysnäyte, 12 krt/v	Laskeumakeräin	ICP-MS <sup>5)</sup>	15841:2009
Lentoken-täntie					

1) Antraseeni, asenaftteeni, asenaftyleeni, bentso(a)antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(g,h,i)peryleeni, bentso(bj)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, dibentso(2,h+a,c)antraseeni, fenantreeni, fluorantreeni, fluoreeni, indeno(1,2,3-c,d)pyreeni, kryseeni, naftaleeni, pyreeni, trifenyyleeni,  
2) Arseeni (As), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), lyijy (Pb), nikkeli (Ni), rauta (Fe), sinkki (Zn) ja vanadiini (V)  
3) Lämpötila, tuulen suunta ja –nopeus, ilmanpaine, suhteellinen kosteus  
4) Kaasukromatografia-massaspektrometria  
5) Induktiivisesti kytketty plasma massaspektrometria



### 5.3. Toimijat

Vuonna 2020 ilmanlaadun mittauksiin osallistui Raahen kaupungin lisäksi yhteensä kuusi toimijaa: SSAB Europe Oy, Raahen Voima Oy, Nordkalk Oy Ab, Raahen Energia Oy, Raahen Satama Oy ja Raahen Valimo Oy (Miilucast Oy).

SSAB Europe Oy:n Raahen tehdas valmistaa erilaisia terästuotteita, päätuotteinaan kuumavalssatut levyt ja kelatuotteet. Tehtaalla on koksamo, kaksi masuunia, terässulatto sekä kuumavalssaamo. Alueella on myös raaka-ainneiden ja materiaalien käsittelytoiminnot sekä rahtisatama.

Tehdasalueella sijaitsevalla Nordkalk Oy Ab:n Raahen kalkinpolttamolla valmistetaan terästehtaan kuonanmuodostukseen tarvitsema poltettu kalkki ja raakaraudan rikinpoistolaitoksen tarvitsema rikinpoistoreagenssi. Loput tuotannosta toimitetaan Nordkalkin muille asiakkaille.

Tehdasalueella sijaitseva Raahen Voima Oy on EPV Energia Oy:n ja SSAB Europe Oy:n omistama yhteisyritys, joka omistaa terästehtaan voimalaitosliiketoiminnan. Voimalaitoksen päätehtäviä ovat masuunien puhallusilman tuottaminen, höyryn tuotanto sekä sähkön tuotanto ja jakelu tehtaalle. Osa höyrystä käytetään prosessihöyrynä tehtaan tuotantolaitoksilla. Voimalaitos toimittaa myös kaukolämpöä tehtaan ja Raahen kaupungin verkkoon.

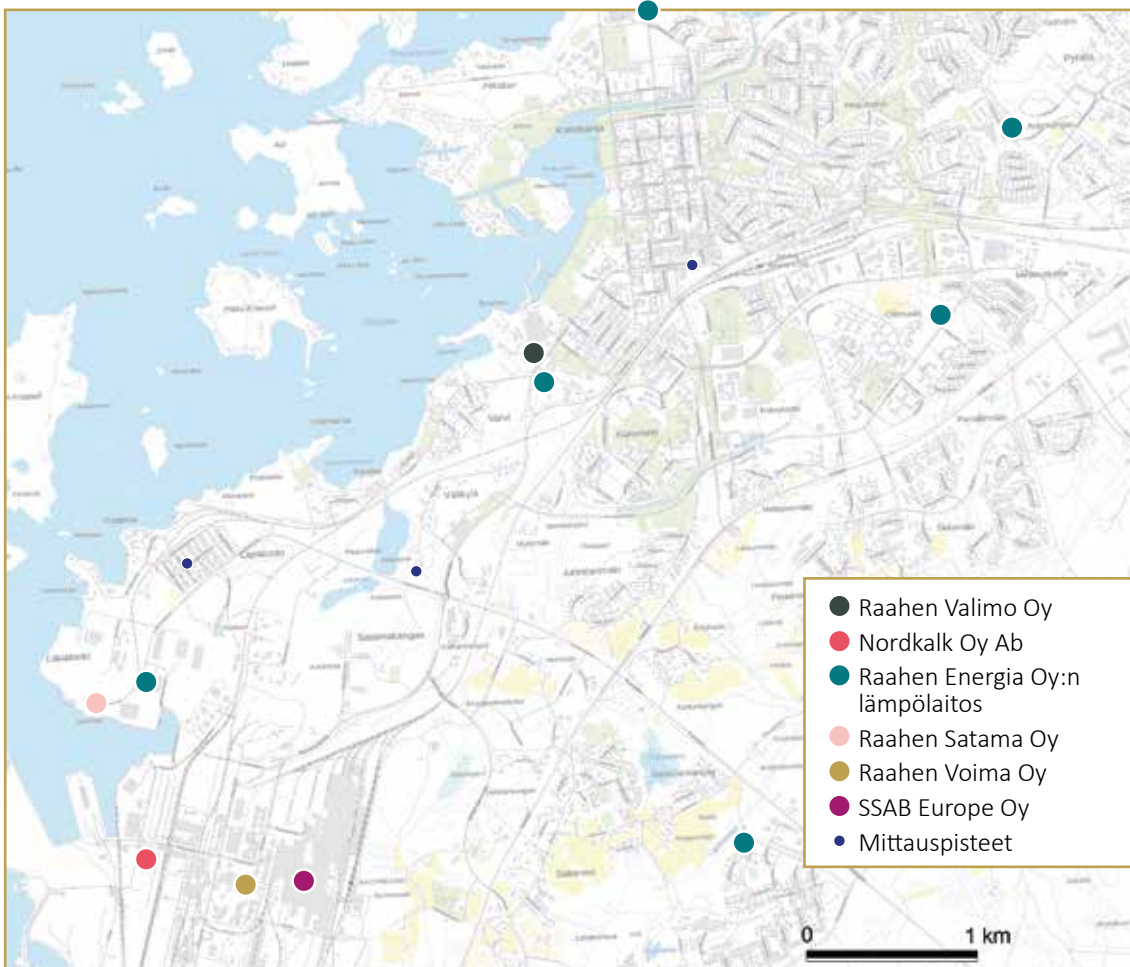


Raahen Valimo Oy (Miilucast Oy) valmistaa koneistettuja teräsvalutuotteita, kuten pumppujen, venttiilien ja paperikoneiden osia. Tuotantoa varten Raahen Valimo Oy:llä on käytössä kuusi induktiouunia.

Raahen Energia Oy on Raahen kaupungin omistama energiayhtiö, joka hankkii valtaosan kaupunkialueen kaukolämmöstä ostolämpönä Raahen Voima Oy:ltä. Tämän lisäksi yhtiö tuottaa itse kaukolämpöä vara- ja huippuvoimana yhdellä pellettilämpökeskuksella ja kuudella öljyllä toimivalla lämpökeskuksella.

Raahen Satama Oy vastaa Raahen sataman toiminnasta. Satama sijaitsee kahdessa osassa Lapaluodossa sekä SSAB Europe Oy:n terästehtaan läheisyydessä. Satamassa käy noin 600 alusta vuodessa.





Kuva 3: Ilmanlaadun mittauksissa mukanaolevat toimijat. Kuvasta on rajattu ulos Pattijoen Alakalassa sijaitseva Raahen Energian lämpölaite sekä Lentokenttien laskeumamittauspiste.

## 6. PÄÄSTÖT

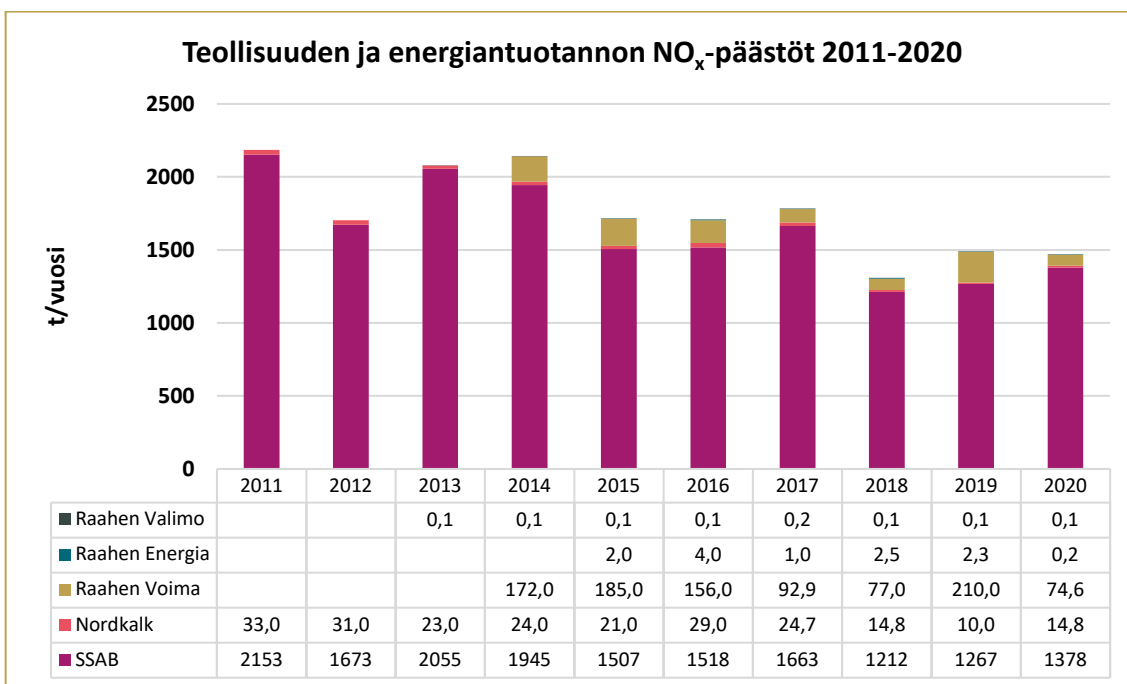
### 6.1. Teollisuus

Teollisuuden päästöistä merkittävimmät muodostuvat Raahessa SSAB:n, Nordkalkin, Raahen Voiman, Raahen Energian ja Raahen Valimon toiminnoista. Seuraaviin kaavioihin 1-4 on esitetty vuoden 2020 teollisuuden piippupäästöt, joihin ei ole laskettu mukaan hajapäästöjä.

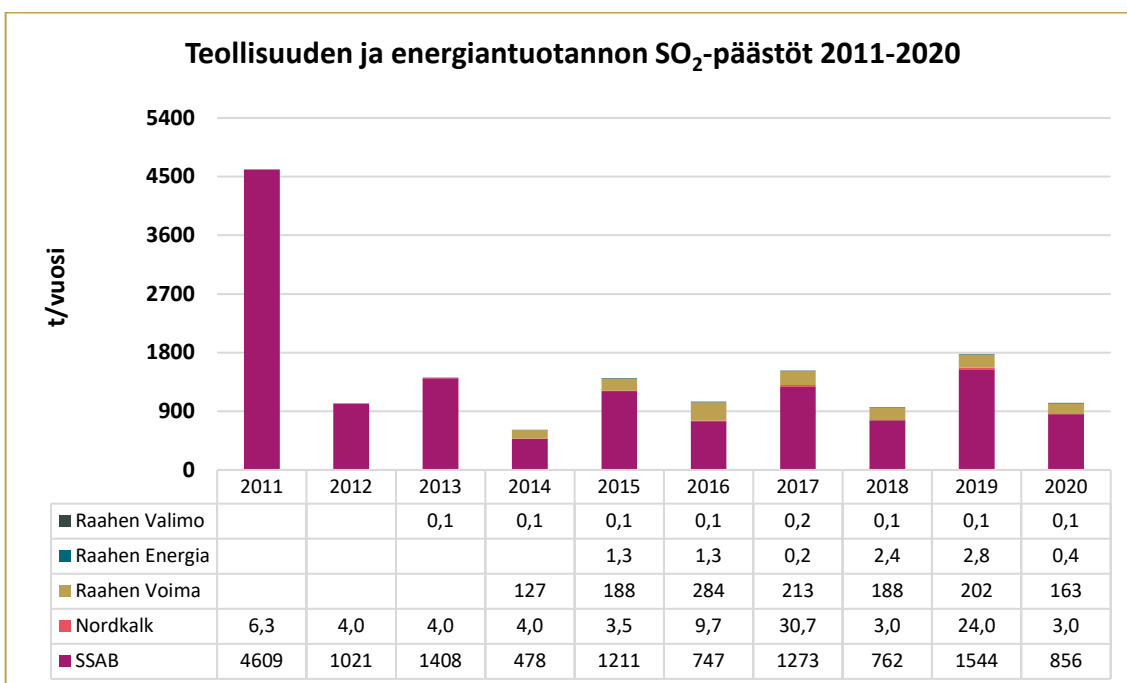
Kaavioissa on mukana historiatieto myös edellisen 10 vuoden ajalta. Erityisesti rikkidioksidin, hiukkasten ja raskasmetallien kaavioissa nähdään vuonna 2011 SSAB:lla suljetun sint-raamon, sekä masuunien uusittujen polynpoistojärjestelmien merkittävä vaikutus em.

pitoisuuksiin. Vuoteen 2014 Raahen Voiman päästöt sisältyivät SSAB:n päästöihin. Raahen Valimon (ent. Miilucast Oy) ja Raahen Energian päästöt ovat vuodesta 2015 asti, jolloin ne ovat tulleet mittauksiin mukaan. Raahen Valimon (ent. Miilucast Oy) tuloksia on ilmoitettu myös pari vuotta takautuvasti.

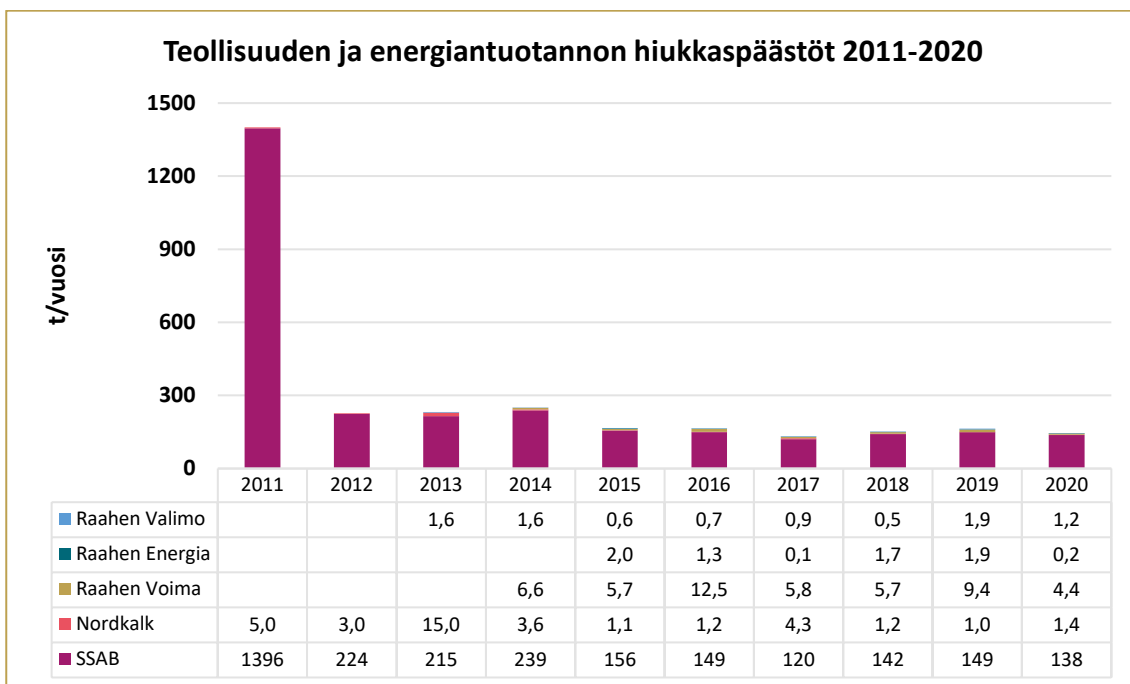
SSAB:n rikkidioksidipäästöjen vuosittainen vaihtelu johtuu säännöllisesti kahden vuoden välein tehtävistä rikinpoistolaitoksen huolto-työstä, jolloin rikkidioksidipäästöt ovat edellistä vuotta suuremmat.



Kaavio 1: Teollisuuden ja energiantuotannon tyyppien oksidipäästöt 2011–2020. Tiedot on saatu toimijoilta ajanjaksolta, jolloin he ovat olleet mukana ilmanlaadun mittauksissa.

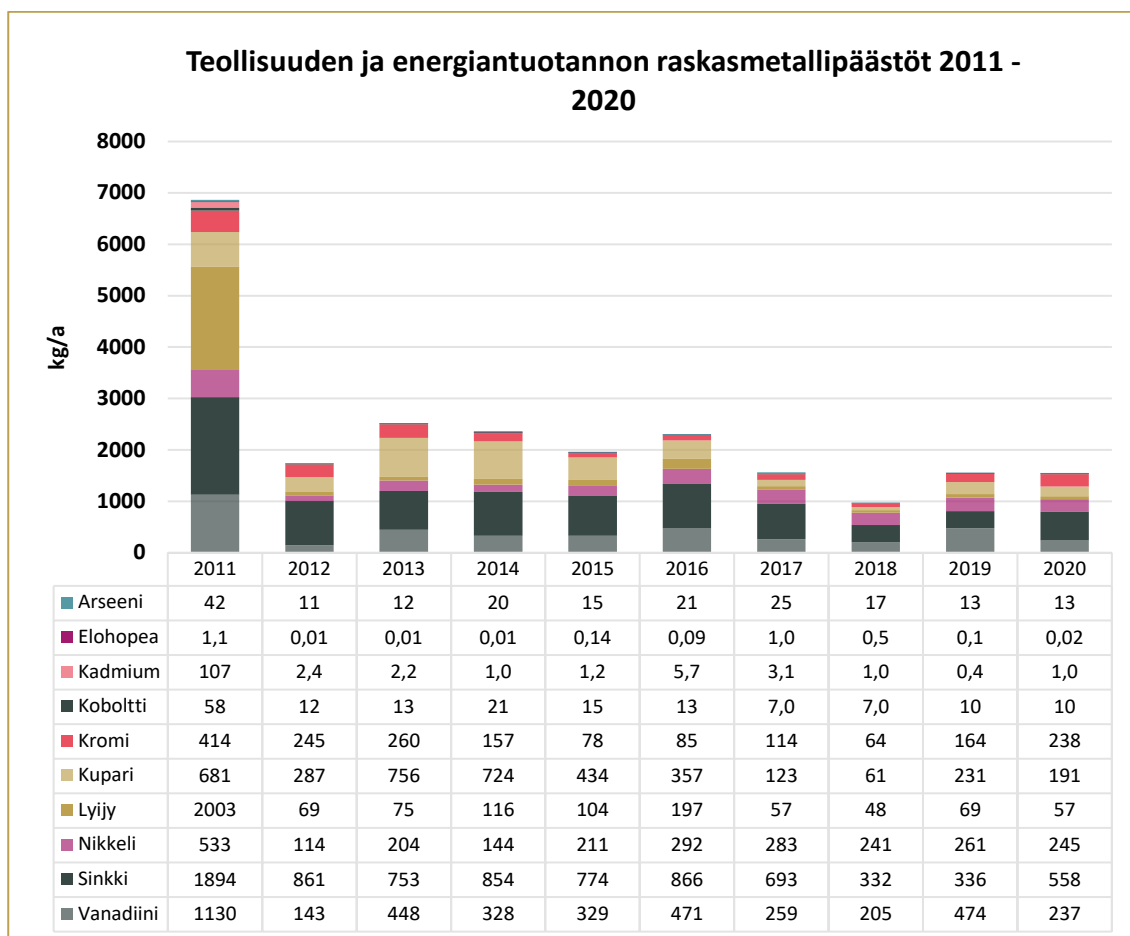


Kaavio 2: Teollisuuden ja energiantuotannon rikkidioksidipäästöt 2011–2020. Tiedot on saatu toimijoilta ajanjaksolta, jolloin he ovat olleet mukana ilmanlaadun mittauksissa.



Kaavio 3: Teollisuuden ja energiantuotannon hiukkaspäästöt 2011–2020.

Tiedot on saatu toimijoilta ajanjaksolta, jolloin he ovat olleet mukana ilmanlaadun mittauksissa.



Kaavio 4: Teollisuuden ja energiantuotannon yhteenlasketut raskasmetallipäästöt 2011–2020.

Tiedot on saatu toimijoilta ajanjaksolta, jolloin he ovat olleet mukana ilmanlaadun mittauksissa.

## 6.2. Liikenne

### 6.2.1. Tieliikenne

Ihmisten kannalta tieliikenteen päästöt ovat usein teollisuuden päästöjä merkittävämpiä, sillä ne vapautuvat lähellä maan pintaa ja kulkeutuvat helpommin ihmisten hengityselimiin. Vuosien aikana liikenteen päästöjä on pystytty alentamaan mm. erilaisilla teknisillä ratkaisuilla, kuten katalysaattoreiden ja lyijytömien polttoaineiden käyttöönnotolla.

Vuosittaiset liikennepäästöt saadaan Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n toteuttamasta ja ylläpitämästä Suomen liikenteen

pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmästä LIPASTOsta, joka kattaa tie-, raide-, vesi- ja ilmeliikenteen sekä työkoneet. LIPASTOssa on tieliikennettä koskeva alamalli LIISA, josta saadaan kuntakohtaiset päästöt vuoden viiveellä. Laskelmat perustuvat automaattisiin liikennelaskureihin, joten eri vuosien tuloksia voi verrata vain karkeasti toisiinsa. Nykyisellä laskentatavalla tietoja on esitetty vuodesta 2015 lähtien, jotka on koottu taulukkoon 7.

Taulukko 7: Tieliikenteen päästöt Raahessa 2015–2019 (Lähde: VTT, LIISA-järjestelmä).

Tieliikenteen päästö t/v	2015	2016	2017	2018	2019
Hiilimonoksidi, CO	235,7	207,8	179,5	160,1	138,5
Hiilivedyt, HC	29,5	25,4	21,5	18,6	15,9
Typen oksidit, NO <sub>x</sub>	180,3	164,5	144,3	136,4	118,4
Hiukkaset, PM	5,2	4,6	3,9	3,5	2,9
Metaani, CH <sub>4</sub>	2,5	2,4	2,2	2,1	1,5
Typpioksiduuli, N <sub>2</sub> O	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Rikkidioksidi, SO <sub>2</sub>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Hiilidioksidi, CO <sub>2</sub>	46 041	50 902	46 809	49 029	45 966
Suorite (Miljoonaa km)	221	227	229	224,4	217

### 6.2.2. Laivaliikenne

Vuosittaiset laivaliikenteen päästöt saadaan satamakohtaisesti LIPASTOn vesiliikennettä koskevasta MEERI-järjestelmästä, joka kuvaa vesiliikenteen pakokaasupäästöjä ja kulutusta. MEERI on jaettu kahteen erilliseen malliin, laivaliikennemalliin ja venemalliin. Mallit on kehitetty 1997, mutta nykyinen laskentatapa on ollut käytössä vuodesta 2012. Laskenta perustuu satamakohtaiseen laivakäyntimäärään, satamasta riippumattomaan sisään- ja ulosajoaikaan (yhteensä 60 min) ja eri laivatyypeille ominaiseen laiturissa oloaikaan (6-52 h). Päästökertoimet on määritetty kullekin laivatyyppille keskimääräistä laivakäyntiä kohden.



Taulukko 8: Laivaliikenteen päästöt Raahen satamassa 2012–2019 (Lähde: VTT, MEERI-järjestelmä).

Laivaliikenteen päästö t/v	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hiilivedyt, HC	2,5	4,9	3,2	2,8	3,2	2,9	2,7
Typhen oksidit, NO <sub>x</sub>	66,3	128,3	87,3	74,3	85,7	79,2	74,0
Hiukkaset, PM	2,2	3,9	2,2	1,9	1,8	1,7	1,5
Metaani, CH <sub>4</sub>	0,3	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Typpioksiduuli, N <sub>2</sub> O	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Rikkidioksidi, SO <sub>2</sub>	5,9	6,9	2,7	2,3	1,4	1,3	1,2
Hiilidioksidi, CO <sub>2</sub>	3 648	6 998	4 770	4 053	4 673	4 329	4 045
Satamakäynnit (kpl)	547	608	593	532	557	601	530

### 6.3. Asutus ja muut hajalähteet

Asutuksen aiheuttamat vaikutukset ilmanlaatuun näkyvät parhaiten pientaloalueilla, joissa talojen ja saunojen lämmittämiseen käytetään tulisijoja. Palamisen seurauksena syntyvien savukaasujen mukana ilmaan kerääntyy erityisesti hengitettäviä hiukkasia ja niihin sitoutuneita epätäydellisessä palamisessa muodostuvia PAH-yhdisteitä. Koska taloissa savupiiput ovat matalalla, ilman laimentumisolosuhteet ovat heikommat ja vaikutukset jäävät pääosin päästölähteen lähiympäristöön.

Kovilla tuulilla ilmansaasteet voivat kulkeutua satojenkin kilometrien päähän, jolloin esimerkiksi maastopaloista syntyvä savu voi kulkeutua laajallekin alueelle. Suomessa esimerkiksi vuonna 2010 nähtiin vaikutuksia ilmanlaatuun, kun Venäjällä oli laajoja maastopaloja sekä Islannissa tulivuoren purkaus.

## 7. ILMANLAATUINDEKSI

Ilmanlaatuindeksi yhdistää sen hetkiset mittaustulokset yhdeksi indeksiarvoksi, joita kuvaamaan on luotu viisiportainen sanallinen ja värillinen asteikko. Vuonna 2020 Keskustan mittausasemalla ilmanlaatu oli hyvä 91 %, ja Lapaluodossa 88,1 % vuodesta. Molemmilla asemilla ilmanlaatu oli hyvä tai tyydyttävä yli 97 % vuodesta. Hetkellisesti esim. keväisin katupölyaikaan, ilmanlaadulla voi olla terveysvaikutuksia herkemmille väestöryhmille. Viime vuoden ilmanlaatuindeksit kuukausitasolla löytyvät kappaleesta 7.1.

Ilmanlaatuindeksi on yksinkertaistettu malli kuvaamaan laadullisesti sen hetkistä ilmanlaatua viisiportaisella väriasteikolla ja laatusanoilla ”hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono tai erittäin huono”. Indeksillä on siis yksinkertaistettu vertailuluku, jolla mitattuja ilmanlaadun tuntipitoisuuksia suhteutetaan ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Ilmanlaatuindeksiä päivitetään tunnin välein, ja sitä voi seurata reaaliajassa kaupungin ja Ilmatieteenlaitoksen nettisivuilta.

Ilmanlaatuindeksiä määritettäessä otetaan huomioon ilmansaasteet, joita kullakin ilmanlaatuasemalla mitataan. Näitä ovat rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>), typpidioksidi (NO<sub>2</sub>), hengitettävät hiukkaset (PM<sub>10</sub>), pienhiukkaset (PM<sub>2,5</sub>), otsoni (O<sub>3</sub>), hiilimonoksidi (CO) ja haisevat rikkijohdisteet (TRS). Raahessa näistä mitataan vain kolmea ensimmäistä. Näin ollen eri kaupunkien ja mittausasemien indeksit eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska eri asemilla indeksiin vaikuttavat eri epäpuhtaudet.

Ilmanlaatuindeksin määrittämiseksi kullekin mitattavalle yhdisteelle lasketaan ensin pitoisuuksien tuntikeskiarvoista ali-indeksi, joista korkeimman arvo määrää ilmanlaatuindeksin arvon.

Alla olevaan taulukkoon 9 on kuvattu kutakin ilmanlaatuindeksiä kuvaavat mahdolliset vaikutukset, sekä Raahessa mitattavien yhdisteiden indeksiarvot, eli ali-indeksit.

Taulukko 9: Ilmanlaatuindeksi, vaikutukset terveyteen ja luontoon sekä Raahessa mitattavien ilmansaasteiden indeksiarvot.

Indeksiluokitus	Vaikutukset		Indeksiarvot ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Terveyteen	Luontoon	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
Hyvä	Ei todettuja	Lieviä luonto-vaikutuksia pitkällä aikavälillä	< 20	< 40	< 20
Tyydyttävä	Hyvin epätodennäköisiä		20–80	40–70	20–50
Välttävä	Epätodennäköisiä	Selviä kasvillisuus- ja materiaalivaikutuksia pitkällä aikavälillä	80–250	70–150	50–100
Huono	Mahdollisia herkillä ihmisillä		250–350	150–200	100–200
Erittäin huono	Mahdollisia herkillä väestöryhmillä		> 350	> 200	> 200

## 7.1. Ilmanlaatuindeksi vuonna 2020

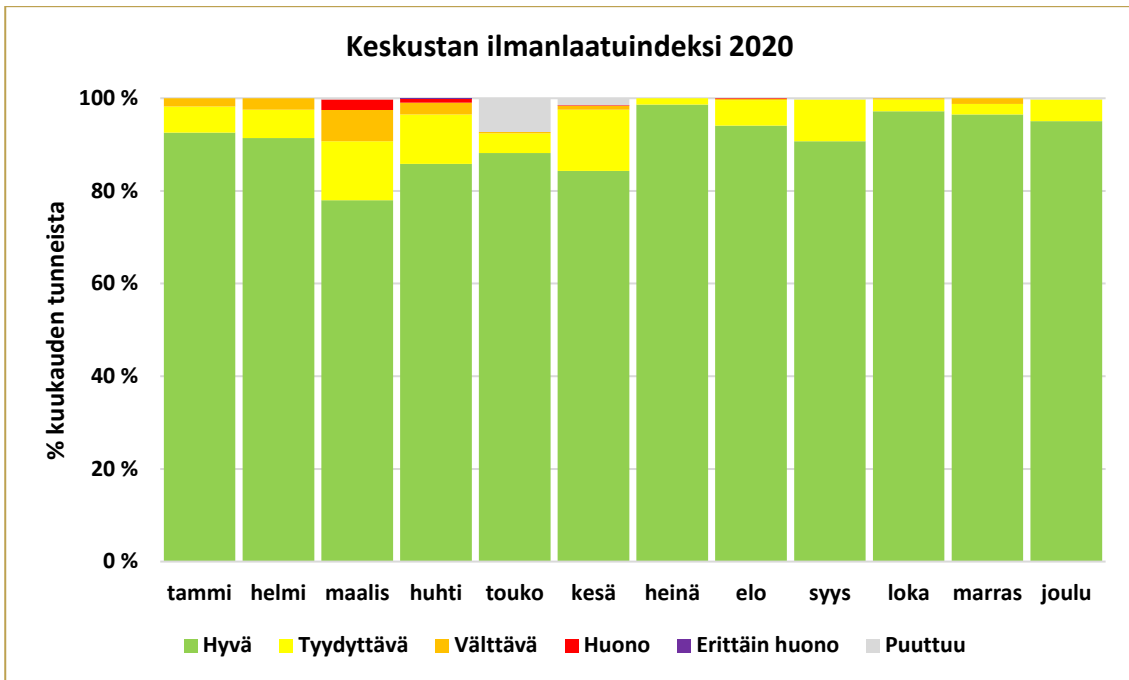
Ilmanlaatuindeksi määritellään Raahessa Keskustassa epäpuhtauksien NO<sub>2</sub> ja PM<sub>10</sub>, sekä Lapaluodossa epäpuhtauksien SO<sub>2</sub> ja PM<sub>10</sub> yhteisvaikutuksena. Laskentatavan mukaisesti indeksi määritellään sen perusteella, kumpi pitoisuus on korkeampi, eli kumman pitoisuuden perusteella saadaan huonompi indeksi. Jos kyseiseltä tunnilta ei ole saatavilla kummankaan epäpuhtauden mittaustietoa, se on merkitty kaavioihin ”puuttuu”.

Keskustan asemalla (kaavio 5) ilmanlaatu oli hyvä 91,8 %, tyydyttävä 6,6 % ja välttävä 1,4 % siitä ajasta, jolloin mittaustietoa oli käytettävissä. Vuoden tunneista 25 tuntia ilmanlaatu oli huono (0,3 %) ja yhden tunnin erittäin huono (0,01 %). Erittäin huono tunti oli 8.4. klo 5-6. Huhtikuussa kyseisenä päivänä oli vuorokausiarvon PM<sub>10</sub> ylitys Keskustassa. Vuoden mittaustietoa puuttui yhteensä 71 tunnilta (koko vuoden tunneista 0,8 %). Verrattuna edellisvuoteen ilmanlaatuindeksi oli hieman parempi, sillä vuonna 2019 kaikista tunneista hyvää oli 88,6 %.

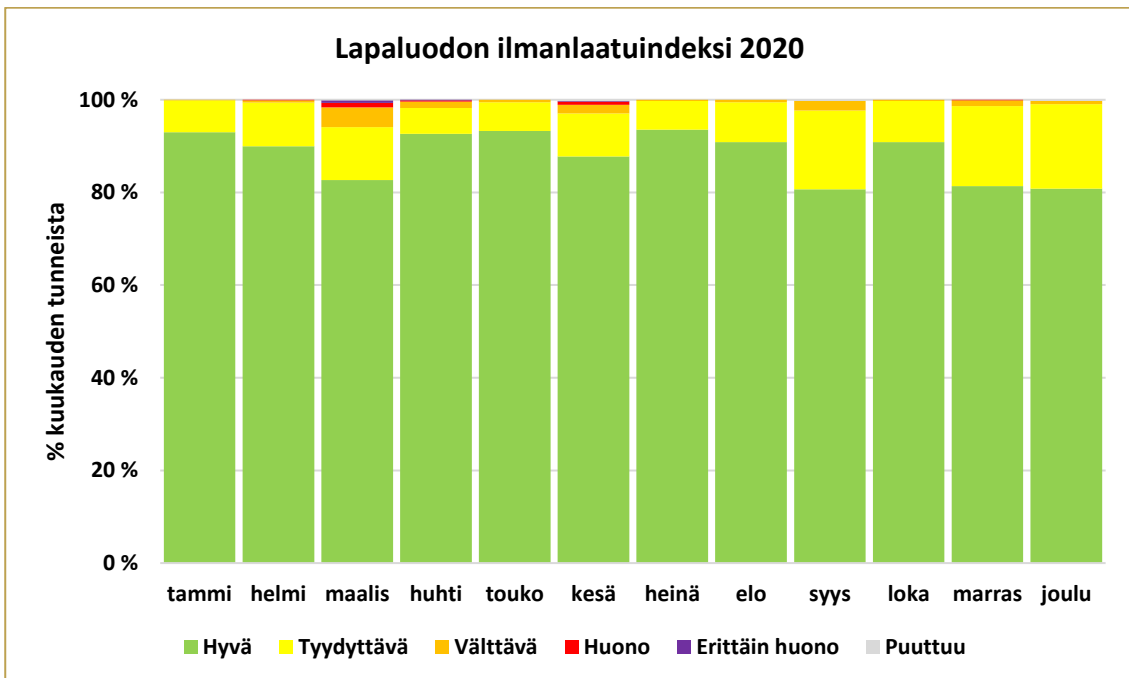
Katupölyaika näkyy keskustassa erityisesti maaliskuun ja huhtikuun aikana, jolloin ilmanlaatuindeksissä näkyy enemmän välttäväksi ja huonoksi luokiteltua ilmanlaatua.

Lapaluodon asemalla (kaavio 6) ilmanlaatu oli hyvä 88,2 %, tyydyttävä 10,4 % ja välttävä 1,1 % siitä ajasta, jolloin mittaustietoa oli käytettävistä. Vuoden tunneista 16 tuntia ilmanlaatu oli huono (0,18 %) ja erittäin huono kuusi tuntia (0,08 %). Erittäin huonot tunnit olivat 15.3. klo 5-6, 17.3. klo 10-12, 31.3. klo 7-8, 7.4. klo 8-9 sekä 21.6. klo 2-3. Kaikissa tapauksissa hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuus oli koholla, mutta yhtään hiukkasten vuorokausiarvon ylitystä ei tapahtunut vuonna 2020 Lapaluodon asemalla. Vuoden mittaustietoa puuttui yhteensä seitsemältä tunnilta (koko vuoden tunneista 0,08 %). Verrattuna vuoteen 2019 ilmanlaatuindeksi oli lähes samalla tasolla Lapaluodossa.





Kaavio 5: Ilmanlaatuindeksin jakautuminen kuukausittain Keskustassa.  
 "Puuttuu" tarkoittaa osuutta, jolta ajalta mittaustietoa ei ollut saatavilla.



Kaavio 6: Ilmanlaatuindeksin jakautuminen kuukausittain Lapaluodossa.  
 "Puuttuu" tarkoittaa osuutta, jolta ajalta mittaustietoa ei ollut saatavilla.



## 8. TYPEN OKSIDIT (NO<sub>x</sub>)

Typen oksideita mitataan jatkuvatoimisesti Keskustan asemalla, sillä typen oksideita muodostuu merkittävimmin liikenteen ja energiantuotannon vaikutuksesta. Vuoden 2020 pitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoja. Suurin tuntikesiarvo oli 98,3 µg/m<sup>3</sup>. Mittaukset sujuivat ilman suurempia katkoksia, mittaustuloksia on käytettävissä 99,1 % vuoden tunneista. Vuoden 2020 tarkemmat tulokset löytyvät kappaleesta 8.2.

Typen oksideilla (NO<sub>x</sub>) tarkoitetaan typpimonoksidia (NO) ja typpidioksidia (NO<sub>2</sub>), joita pääsee ilmaan kaikessa palamisessa. Typen oksidipitoisuudet ilmoitetaan typpidioksidina, jotka lasketaan mitattavista NO ja NO<sub>x</sub>-pitoisuuksista. Typpidioksidi on kaasu, joka suurina pitoisuuksina voi aiheuttaa ihmisille hengitysteiden ärsytystä, sekä luonnossa rehevöitymistä ja happamoitumista. Typpidioksidi vaikuttaa myös otsonin muodostumiseen.

Suomessa typpidioksidin kokonaispäästöistä puolet tulee energiatuotannosta ja puolet liikenteestä. Kaupunki-ilmaan liikenteellä on suurempi vaikutus, koska liikenteen päästöt tapahtuvat maanpinnan tasolla suoraan hengitysilmaan.

Typen oksideja syntyy polttomoottoreissa ilman typen sitoutuessa happeen. E erityisen voimakasta tämä reaktio on kaupunkiolosuhteissa kiihdytystilanteissa ja maanteillä lujaa ajettaessa. Pakokaasujen typenoksidipäästöt ovat pääosin typpimonoksidia (NO), joka ilmassa hapettuu typpidioksidiksi (NO<sub>2</sub>), joka on typen oksideista haitallisin. Typpidioksidipitoisuudet ovat vuosien aikana laskeneet erityisesti katalysaattoreilla varustettujen autojen korvatessa vanhempia autoja, mutta toisaalta liikennemäärän kasvu hidastaa tekniikan parantumisen aiheuttamaa kehitystä.

Suuremmissa kaupungeissa typen oksidipitoisuudet kohoavat erityisesti aamuruuhkan aikaan tai tyyninä pakkaspäivinä, jolloin ilman laimentumisolosuhteet ovat heikot.

### 8.1. Typen oksidipitoisuudet lainsäädännössä

Typen oksidipitoisuudet ilmoitetaan typpidioksidina (NO<sub>2</sub>), jotka lasketaan mitattavista typpimonoksidin (NO) ja typen oksidipitoisuuksista (NO<sub>x</sub>). Ilmanlaatuasetuksen mukaisesti typpidioksidille on määritetty seuraavat raja-arvot pitoisuuksille ulkoilmassa (taulukot 10 ja 11), jotka ovat olleet voimassa 1.1.2010 alkaen. Raja-arvon lisäksi on annettu varoituskyynnysarvo, joka on 400 µg/m<sup>3</sup> (kolmen peräkkäisen tunnin arvo).

Varoituskyynnysarvon ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen voi vaarantaa ihmisen terveyttä. Vuodesta 1996 alkaen on ollut voimassa ohjearvot typpidioksidin kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipisteelle sekä kuukauden toiseksi suurimmalle vuorokausiarvolle. Typen oksideille (NO<sub>x</sub>) on metsä- ja maaseutualueilla määritelty 15.8.2001 alkaen kriittinen taso (taulukko 12) kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi.

Taulukko 10: Typpidioksidin vuosikesiarvon raja-arvo sekä alempi ja ylempi arviointikynnys (VNa 79/2017).

NO <sub>2</sub> (1 v)	Raja-arvo <sup>1,2)</sup>	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Numeerinen arvo	40 µg/m <sup>3</sup>	65 % (26 µg/m <sup>3</sup> )	80 % (32 µg/m <sup>3</sup> )

<sup>1)</sup> Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita  
<sup>2)</sup> Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa

Taulukko 11: Typpidioksidin tuntikeskiarvon raja-arvo, ohjearvot sekä alempi ja ylempi arviointikynnys (VNa 79/2017, VNp 480/1996).

NO <sub>2</sub> (1 h)	Raja-arvo <sup>1,2)</sup>	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	Ohjearvo <sup>3)</sup>
Numeerinen arvo	200 µg/m <sup>3</sup>	50 % (100 µg/m <sup>3</sup> )	70 % (140 µg/m <sup>3</sup> )	<sup>4)</sup> 150 µg/m <sup>3</sup> <sup>5)</sup> 70 µg/m <sup>3</sup>
Sallittujen ylitysten määrä	18 kpl	18 kpl	18 kpl	

<sup>1)</sup> Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita  
<sup>2)</sup> Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa  
<sup>3)</sup> 20°C, 1 atm  
<sup>4)</sup> Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste  
<sup>5)</sup> Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Taulukko 12: Typen oksidien vuosikeskiarvon kriittinen taso sekä alempi ja ylempi arviointikynnys metsä- ja maaseutualueilla (VNa 79/2017).

NO <sub>x</sub> (1 v)	Kriittinen taso <sup>1,2)</sup>	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Numeerinen arvo	30 µg/m <sup>3</sup>	65 % (19,5 µg/m <sup>3</sup> )	80 % (24 µg/m <sup>3</sup> )

<sup>1)</sup> Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita  
<sup>2)</sup> Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa

## 8.2. Typpimittaukset vuonna 2020

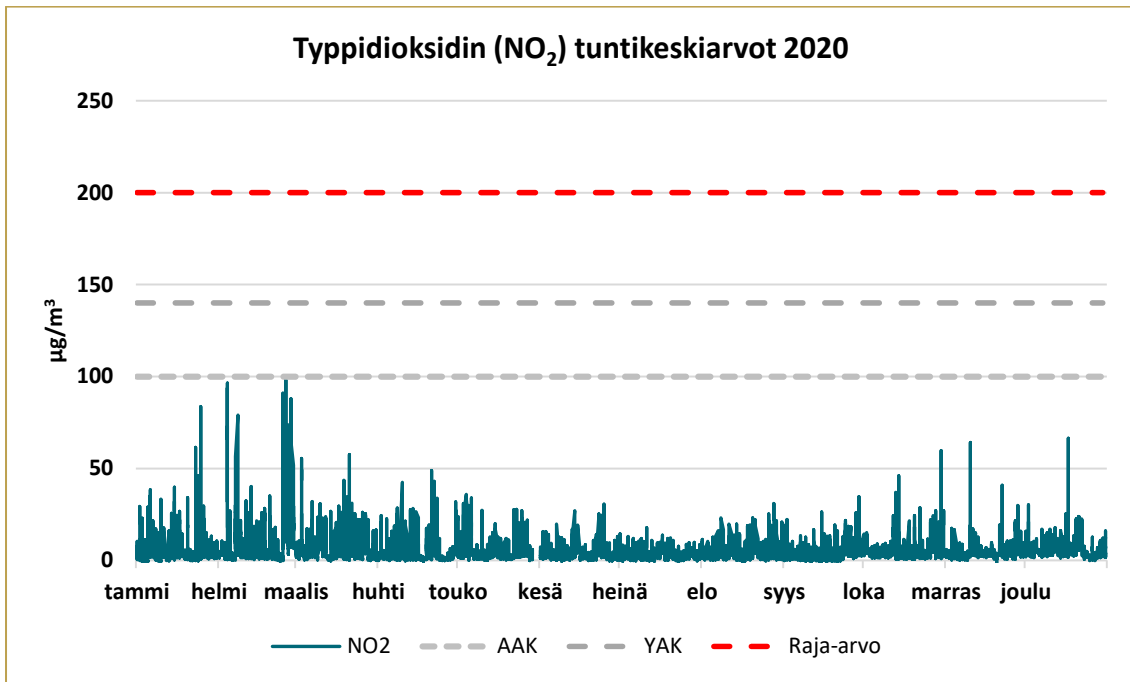
Raahessa typen oksideita mitataan jatkuva-toimisesti Keskustan mittausasemalla kemiluminesenssiin perustuvalla Environnement AC32M -mittauslaitteella. Mittaukset sujuivat ilman suurempia katkoksia, sillä vuoden aikana sattui vain muutamia korkeintaan parin tunnin kestäviä keskeytyksiä ja ainoastaan yksi pidempi katkos 29.5.–1.6. Koko vuoden tunteista on hyväksyttyä tuntidataa 99,1 %.

Kaaviossa 7 on Keskustan asemalla mitatut typpidioksidin tuntikeskiarvot. Typpidioksidipitoisuudet ovat suurempia talvella pakkasaikaan, kun ilman laimentumisolosuhteet ovat heikommat. Tuntikeskiarvon raja-arvo on 200 µg/m<sup>3</sup>, joka saa ylittyä 18 kertaa vuodessa. Kaaviosta nähdään, että vuonna 2020 typpidioksidipitoisuus ei ylittänyt kertaakaan raja-arvoa.

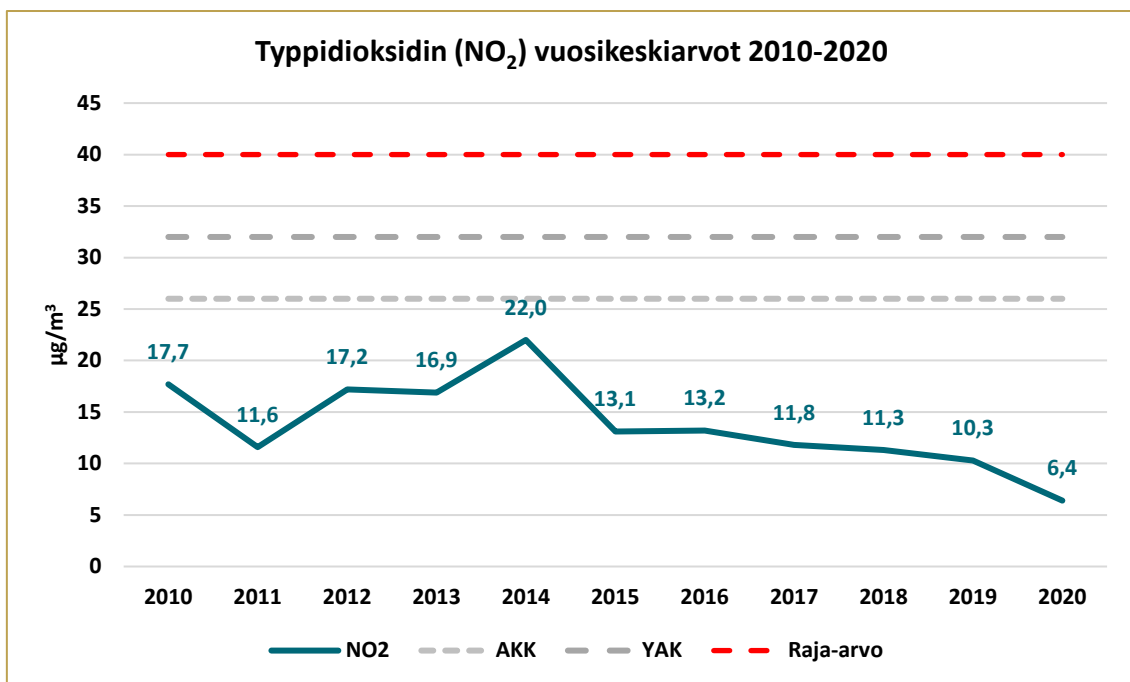
Kaavioon 8 on koottu typpidioksidin vuosikeskiarvoja 2010 alkaen, jonka perusteella viime vuosina NO<sub>2</sub>-pitoisuudet ovat tasaisesti laskeutuneet ja vuoden 2020 pitoisuus oli pienin tällä

vuosikymmenellä. Kaikki arvot ovat selvästi pienempiä kuin raja-arvo 40 µg/m<sup>3</sup>. Vuonna 2020 NO<sub>2</sub>-pitoisuuksiin on vaikuttanut lämpimämpi talvi ja Covid-19:n aiheuttama poikkeustila, joka vähensi liikennettä etenkin keväällä 2020. Korkeimmat NO<sub>2</sub>-pitoisuudet mitataan yleensä kovilla pakkasilla ruuhka-aikoina.

Kaavioissa 9-10 on esitetty typpidioksidin tuntiohjearvoon (kuukauden tuntiarvojen 99 % -piste) ja vuorokausikeskiarvoon (kuukauden toiseksi korkein vuorokausiarvo) verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuonna 2020 sekä vertailun vuoksi vuosien 2017, 2018 ja 2019 arvot. Vuoden 2017 tuloksissa ei ole käytävissä joulukuun tulosta, koska mittausten ajallista kattavuutta ei ole ollut riittävästi. Kaikina näinä vuosina tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat välillä 11 – 90 µg/m<sup>3</sup>, joten ohjearvon (150 µg/m<sup>3</sup>) ylityksiä ei tullut. Vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat välillä 8 – 49 µg/m<sup>3</sup>, joten nekin eivät ylittäneet ohjearvoa (70 µg/m<sup>3</sup>).

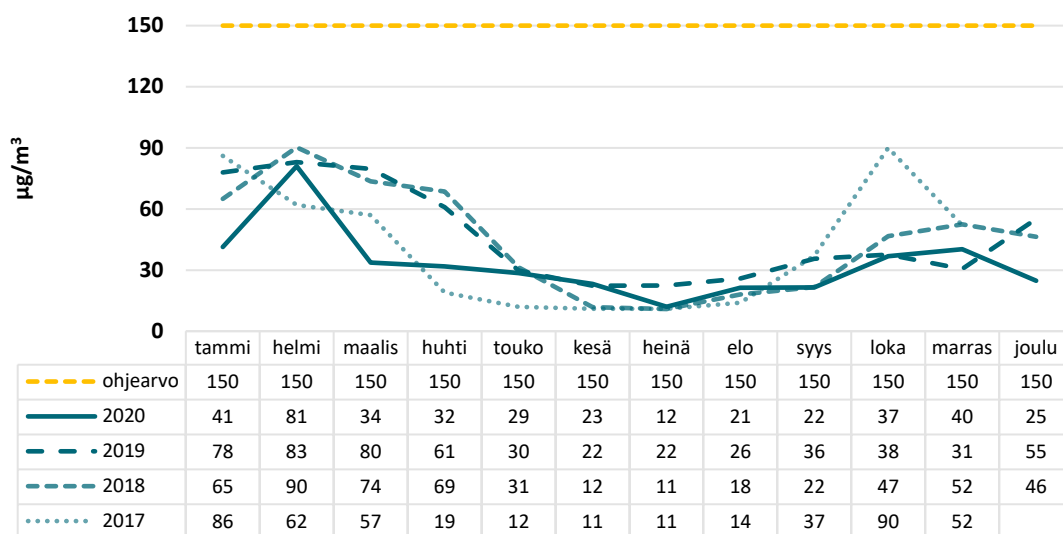


Kaavio 7: Typpidioksidin (NO<sub>2</sub>) tuntikeskiarvot 2020 Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös tuntikeskiarvon raja-arvon (200 µg/m<sup>3</sup>) alempi arviointikynnys (100 µg/m<sup>3</sup>) ja ylempi arviointikynnys (140 µg/m<sup>3</sup>).



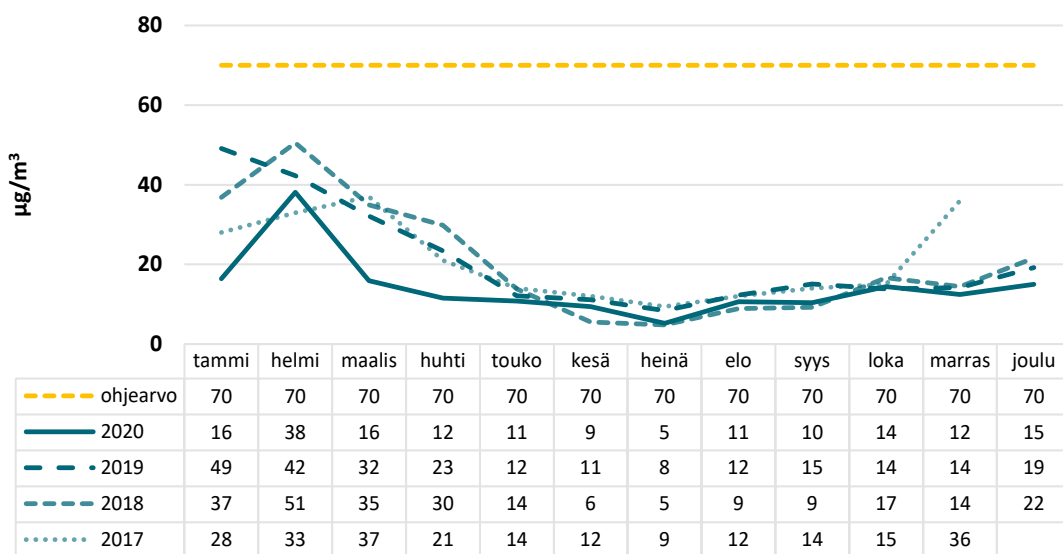
Kaavio 8: Typpidioksidin (NO<sub>2</sub>) vuosikeskiarvot 2010–2020 Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös vuosikeskiarvon raja-arvon (40 µg/m<sup>3</sup>) alempi arviointikynnys (26 µg/m<sup>3</sup>) ja ylempi arviointikynnys (32 µg/m<sup>3</sup>).

### Typidioksidin (NO<sub>2</sub>) kuukauden tuntiarvojen 99 %-pisteet 2017-2020



Kaavio 9: Typidioksidin tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuosina 2017-2020 Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös ohjearvo (150 µg/m<sup>3</sup>).

### Typidioksidin (NO<sub>2</sub>) kuukauden 2. korkein vuorokausiarvo 2017-2020



Kaavio 10: Typidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuosina 2017-2020 Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös ohjearvo (70 µg/m<sup>3</sup>).

Raportin liitteessä 1 on koottuna yhteenvedomaisesti typidioksidin edellä olevien kaavioiden lukuarvot kuukausitasolla tarkasteltuna.

Typen oksideille on määritelty metsä- ja maaseutualueilla kasvillisuuden suojelemisek-

si vuosikeskiarvon kriittinen taso 30 µg/m<sup>3</sup>. Vuonna 2020 keskiarvo oli 13,7 µg/m<sup>3</sup>. Raahe ei kaupunkina ole lain määrittelemä metsä- tai maaseutualue, mutta pitoisuuksia seurataan kasvillisuuden takia. Typen oksidipitoisuudet ovat laskeneet viime vuosina lähes samassa suhteessa typidioksidipitoisuuksien kanssa.

## 9. RIKKIDIOKSIDI (SO<sub>2</sub>)

Rikkidioksidia mitataan jatkuvatoimisesti Lapaluodon asemalla, koska rikkidioksidia muodostuu merkittävimmin teollisuuden vaikutuksesta. Vuonna 2020 rikkidioksidilla ei tapahtunut yhtään raja-arvon ylitystä. Koko vuoden mittaustuloksia on käytettävissä 99,9 %, mikä täyttää lainsäädännön vaatimukset ajallisesta kattavuudesta vuosikeskiarvon osalta. Viime vuoden tarkemmat tulokset löytyvät kappaleesta 9.2.

Rikkidioksidi on vesiliukoinen, väritön ja suurissa pitoisuuksissa kitkerän hajuinen, ärsyttävä kaasu. Rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>) on peräisin teollisuudesta ja energiantuotannosta, ja tieliikenteen osuus päästöistä on pieni.

Rikkidioksidipitoisuudet laskivat voimakkaasti erityisesti 1980-luvulla, jolloin

rikkidioksidipäästöjä alettiin rajoittaa happosateiden aiheuttamien metsävaurioiden ja vesistöjen happamoitumisten takia. Rikittömät polttoaineet yleistyivät 2000-luvun alussa, mikä osaltaan on myös vaikuttanut rikkidioksidipitoisuuksien alenemiseen.



### 9.1. Rikkidioksidipitoisuudet lainsäädännössä

Ilmanlaatuasetuksen mukaisesti rikkidioksidille on määritetty seuraavat raja-arvot tunti- ja vuorokausipitoisuuksille sekä vuorokausiarvon ylempi ja alempi arviointikynnys (taulukot 13 ja 14), jotka ovat olleet voimassa 1.1.2005 alkaen. Raja-arvon lisäksi on annettu varoituskynnysarvo, joka on 500 µg/m<sup>3</sup> mitattuna kolmen peräkkäisen tunnin aikana. Varoituskynnysarvon ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen voi vaarantaa ihmisen terveyttä. Vuodesta 1996 alkaen on ollut voimassa ohjearvot rikkidioksidin kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipisteelle sekä kuukauden toiseksi suurimmalle vuorokausiarvolle.

Ennen vuotta 2005 on ollut voimassa vuosikeskiarvolle ohjearvo 40 µg/m<sup>3</sup>, joka on korvattu tunti- ja vuorokausikeskiarvojen raja-arvoilla. Metsä- ja maaseutualueille on kuitenkin määritelty vuosikeskiarvolle ns. kriittisen tason raja-arvo kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi (taulukko 15), joka on ollut voimassa 15.8.2001 alkaen. Raahe ei kaupunkina ole lain määrittelemä metsä- tai maaseutualue, mutta pitoisuuksia seurataan kasvillisuuden takia.

Taulukko 13: Rikkidioksidin tuntikeskiarvon raja-arvo ja ohjearvo (VNa 79/2017, VNp 480/1996).

SO <sub>2</sub> (1 h)	Raja-arvo <sup>1,2)</sup>	Ohjearvo <sup>3)</sup>
Numeerinen arvo	350 µg/m <sup>3</sup>	250 µg/m <sup>3</sup>
Sallittujen ylitysten määrä vuodessa	24 kpl	
<sup>1)</sup> Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita <sup>2)</sup> Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa <sup>3)</sup> Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste, (20 °C, 1 atm)		

Taulukko 14: Rikkidioksidin vuorokausikeskiarvon raja-arvo, alempi ja ylempi arviointikynnys sekä ohjearvo (VNa 79/2017, VNp 480/1996).

SO <sub>2</sub> (1 vrk)	Raja-arvo <sup>1,2)</sup>	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	Ohjearvo <sup>3,4)</sup>
Numeerinen arvo	125 µg/m <sup>3</sup>	40 % (50 µg/m <sup>3</sup> )	60 % (75 µg/m <sup>3</sup> )	80 µg/m <sup>3</sup>
Sallittujen ylitysten määrä vuodessa	3 kpl	3 kpl	3 kpl	
<sup>1)</sup> Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita <sup>2)</sup> Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa <sup>3)</sup> 20 °C, 1 atm <sup>4)</sup> Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo				

Taulukko 15: Rikkidioksidin vuosikeskiarvon ja talvikauden (1.10.–31.3.) kriittinen taso sekä alempi ja ylempi arviointikynnys metsä- ja maaseutualueille (VNa 79/2017, VNp 480/1996).

SO <sub>2</sub> (1 v ja talvikausi <sup>1)</sup> ) <sup>2)</sup> metsä- ja maaseutualue	Kriittinen taso <sup>3)</sup>	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Numeerinen arvo	20 µg/m <sup>3</sup>	40 % (8 µg/m <sup>3</sup> )	60 % (12 µg/m <sup>3</sup> )
<sup>1)</sup> 1.10.–31.3. <sup>2)</sup> Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita <sup>3)</sup> Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa			

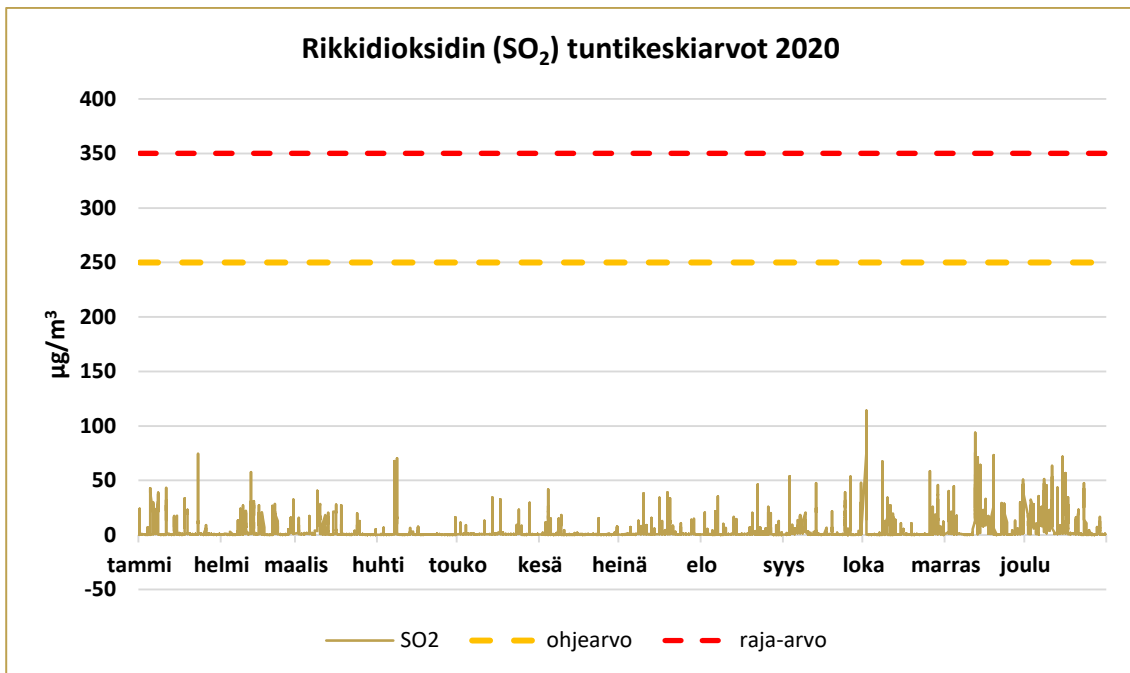
### 9.3. Rikkidioksidimittaukset vuonna 2020

Raahessa rikkidioksidia mitataan jatkuvatoimisesti Lapaluodon mittausasemalla UV-fluoresenssiin perustuvalla Thermo Electron model 43i –mittauslaitteella. Vuonna 2020 mittauksissa oli muutamia korkeintaan parin tunnin kestäneitä mittauskatkoja, jotka johtuivat huolloista ja kalibroinneista. Koko vuoden tuntidataa on käytettävissä 99,9 %, mikä täyttää lainsäädännön vaatimuksen yli 85 %.

Kaavioissa 11–13 on rikkidioksidin tunti- ja vuorokausikeskiarvot viime vuodelta, sekä vuosikeskiarvot vuosilta 2010–2020. Vuonna

2020 ei tapahtunut yhtään numeerisen raja-arvon ylitystä. Lain mukaisesti numeerisia tuntikeskiarvon raja-arvon ylityksiä saa tapahtua vuoden aikana 24 kertaa ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi. Vuorokausiraja-arvon ylityksiä ei ollut yhtään vuoden aikana.

Vuonna 2020 rikkidioksidin vuosikeskiarvo on samaa tasoa kuin aiempina vuosina. Vuosikeskiarvon kriittinen taso (20 µg/m<sup>3</sup>) on huomattavasti suurempi, kuin mitattu 3,0 µg/m<sup>3</sup>.



Kaavio 11: Rikkidioksidin tuntikeskiarvot Lapaluodossa 2020 sekä tuntikeskiarvon ohjearvo (250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja raja-arvo (350  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Kaavio 12: Rikkidioksidin vuorokausikeskiarvot Lapaluodossa 2020 sekä vuorokausikeskiarvon raja-arvo (125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

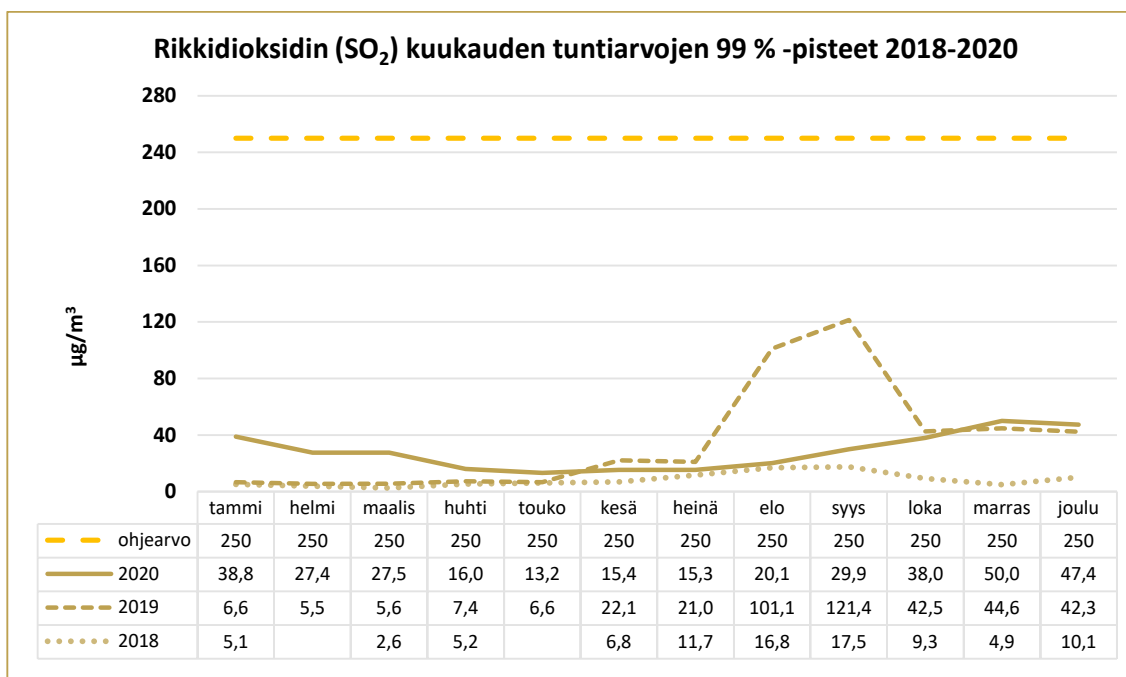


Kaavio 13: Rikkidioksidin vuosikeskiarvot Lapaluodossa 2010–2020. Vuosikeskiarvon kriittinen taso (20 µg/m<sup>3</sup>) on huomattavasti suurempi, kuin aikajakson suurin arvo.

Kaavioissa 14 ja 15 on esitetty rikkidioksidin tuntiohjeeseen (kuukauden tuntiarvojen 99 % -piste) ja vuorokausikeskiarvoon (kuukauden toiseksi korkein vuorokausiarvo) verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuonna 2020. Tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat välillä 13,2 – 50 µg/m<sup>3</sup>, joten ohjeeseen (250 µg/m<sup>3</sup>) ei ylittynyt. Vuoro-

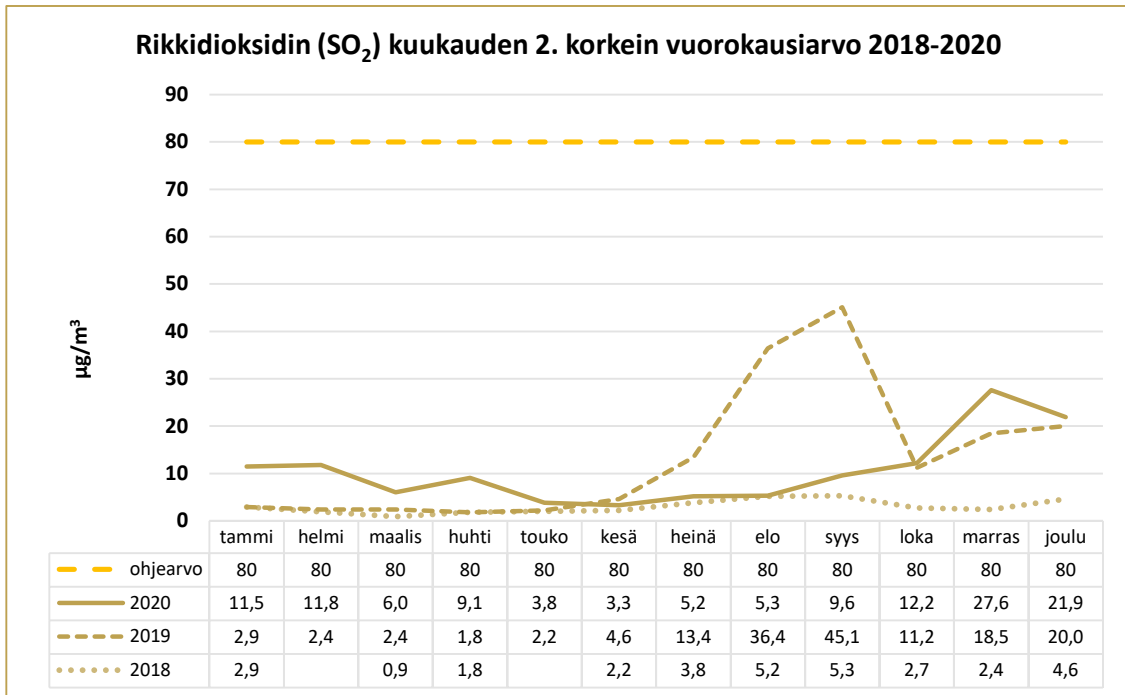
kausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat välillä 3,3 – 27,6 µg/m<sup>3</sup>, joten ohjeeseen (80 µg/m<sup>3</sup>) ei ylittynyt.

Raportin liitteessä 2 on koottuna yhteenvetomaisesti rikkidioksidin edellä olevien kaavioiden lukuarvot kuukausitasolla tarkasteltuna.



Kaavio 14: Rikkidioksidin tuntiarvoon verrannolliset pitoisuudet 2018-2020 kuukausittain Lapaluodossa. 2018 helmi- ja toukokuun ajallisen kattavuuden vaatimus ei täyty, minkä takia arvoja ei ole voitu ilmoittaa.





Kaavio 15: Rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kuukausittain 2018-2020 Lapaluodossa. 2018 helmi- ja toukokuun ajallisen kattavuuden vaatimus ei täyty, minkä takia arvoja ei ole voitu ilmoittaa.

## 10. HIUKKASET (PM<sub>10</sub>)

Hiukkasia mitataan jatkuvatoimisesti sekä Keskustan että Lapaluodon asemilla. Hiukkasia muodostuu teollisuuden ja liikenteen prosesseissa sekä luonnonilmiöiden seurauksena. Vuoden aikana sattui yhteensä kaksi vuorokausiraja-arvon ylitystä, joista kumpikin tapahtui Keskustassa. Lain mukaisesti vuorokausiraja-arvon ylityksiä saa tapahtua vuoden aikana 35 kertaa. Ylitykset tapahtuivat maaliskuun lopussa ja huhtikuun alussa, jolloin katupölyn määrä on suurimmillaan. Hiukkasten vuosikeskiarvo ei ylittänyt kummallakaan asemalla. Koko vuoden mittaustietoja on käytettävissä Keskustassa 98,9 % ja Lapaluodossa 98,4 % vuoden tunneista, mitkä täyttävät lainsäädännön vaatimuksen ajallisesta kattavuudesta. Viime vuoden tarkemmat tulokset löytyvät kappaleesta 10.2.

Raahessa mitataan ilmanlaadun mittauksissa hengitettäviä hiukkasia (PM<sub>10</sub>), jotka ovat halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (µm) kokoisia hiukkasia. Nimensä mukaisesti ne voivat kulkeutua hengitettäessä suoraan hengityselimiin. Polttoaineiden palamisessa syntyy myös pienhiukkasia (PM<sub>2,5</sub>), joiden halkaisija on alle 2,5 µm. Pienhiukkaset voivat kulkeutua hengitysilmän mukana hengitystiehyihin.

Hiukkaset voivat olla kemialliselta koostumukseltaan esimerkiksi siitepölyä tai merisuolaa. Ilmanlaadussa mitataan hengitettävien hiuk-

kasten kokonaismäärän lisäksi hiukkasia, joista analysoidaan niihin sitoutuneita haitallisia raskasmetalleja tai hiilivetyjä.

Kaupunki-ilmassa kohonneita hiukkaspitoisuuksia esiintyy erityisesti keväällä, jolloin kuivilla ilmoilla liikenne nostaa ilmaan jauhautunutta hiekoitushiekkaa ja asfalttipölyä. Katupölyn leviämisen ehkäisemiseksi on kuitenkin olemassa erilaisia keinoja, kuten teiden puhdistamisessa käytettävät menetelmät ja puhdistamisen ajoitus esim. sateisten päivien jälkeen.



## 10.1. Hiukkaspitoisuudet lainsäädännössä

Hengitettävien hiukkasten raja-arvot (taulukot 16–17) ovat olleet voimassa 1.1.2005 alkaen. Tätä ennen on ollut käytössä vuosi-

keskiarvon tavoiteraja-arvo  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vuoteen 1995 saakka ja vuosina 1996–1999 ohjearvo  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Taulukko 16: Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvon raja-arvo, ohjearvo, sekä alempi ja ylempi arviointikynnys (VNa 79/2017, VNp 480/1996)

PM <sub>10</sub> (1 vrk)	Raja-arvo <sup>1,2)</sup>	Ohjearvo <sup>3,4)</sup>	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Numeerinen arvo	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$70 \mu\text{g}/\text{m}^3$	50 % ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	75 % ( $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Sallittujen ylitysten määrä	35 kpl		35 kpl	35 kpl

<sup>1)</sup> Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita  
<sup>2)</sup> Ulkoilman lämpötilassa ja paineessa  
<sup>3)</sup> Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo  
<sup>4)</sup> 20°C, 1 atm

Taulukko 17: Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvon raja-arvo, ohjearvo, sekä alempi ja ylempi arviointikynnys (VNa 79/2017, VNp 480/1996)

PM <sub>10</sub> (1 v)	Raja-arvo <sup>1,2)</sup>	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Numeerinen arvo	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	50 % ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	70 % ( $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

<sup>1)</sup> Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita  
<sup>2)</sup> Ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

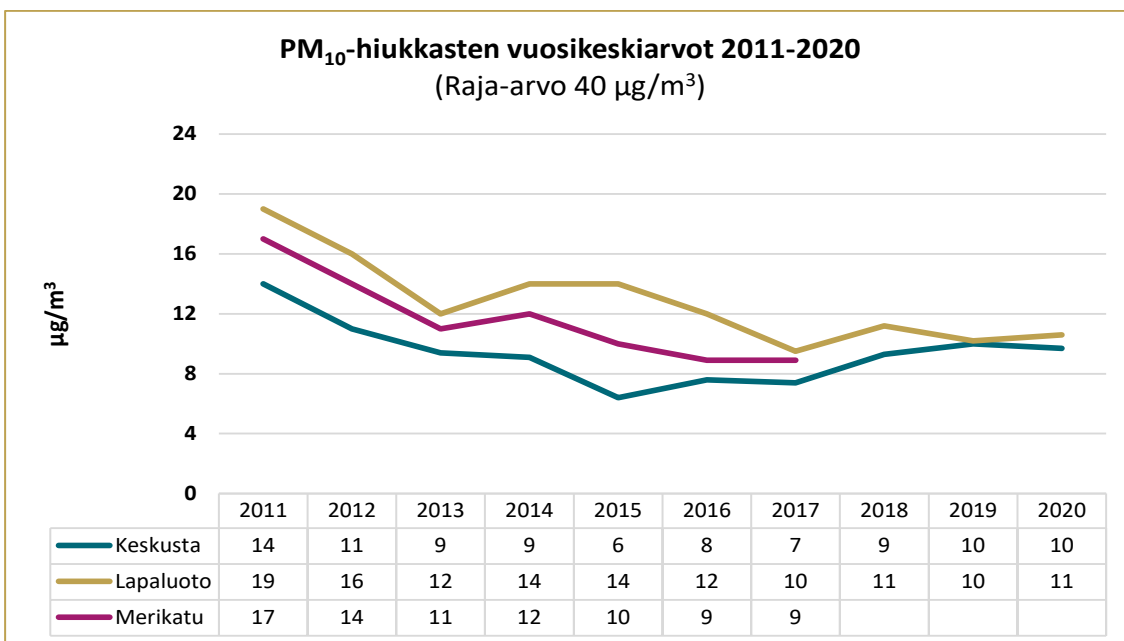
## 10.2. Hengitettävät hiukkaset 2020

Raahessa hiukkasia mitataan molemmilla mittausasemilla. Jatkuvatoimisesti määritetään hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) kokonaispitoisuutta värähtelevään mikrovaakaan perustuvalla Teomin mittalaitteella. Keskustassa laitteen malli on 1400A ja Lapaluodossa 1400 AB. Näiden lisäksi molemmilla mittausasemilla on keräimet, jotka keräävät tasaisin väliajoin vuorokauden ajan ympäröivää ilmaa suodattimille, jotka lähetetään laboratorioon ja joista mitataan PAH-yhdisteitä tai raskasmetalleja. Näitä tuloksia on käsitelty omissa kappaleissaan.

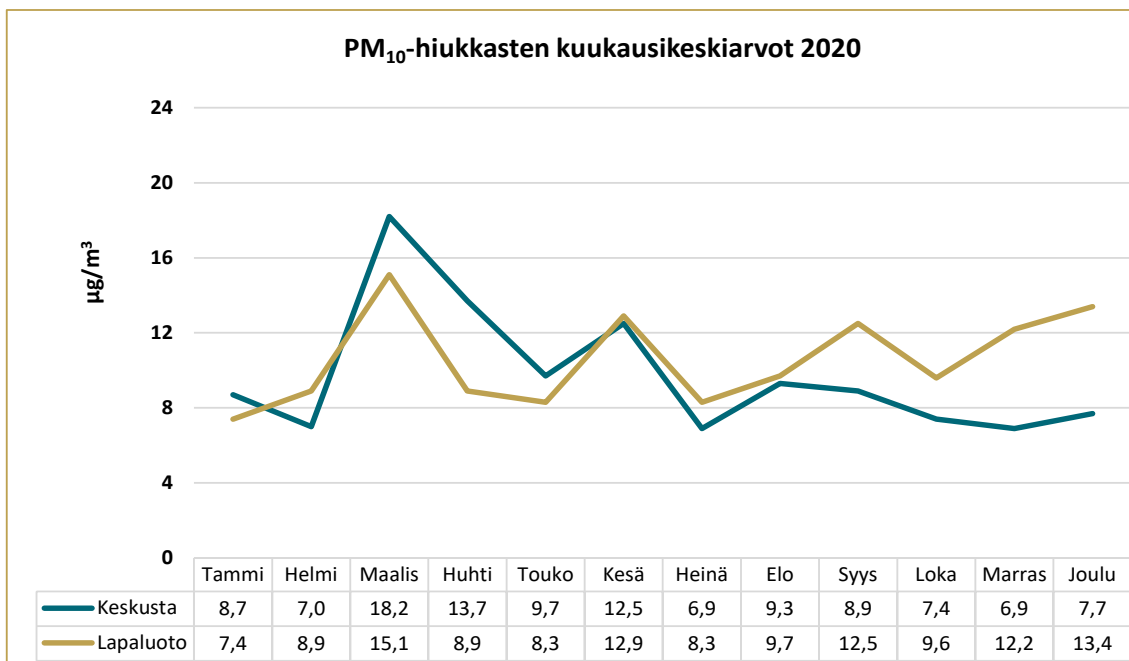
Keskustassa hiukkasmittauksissa sattui vain muutamia korkeintaan parin tunnin kestäneitä katkoksia sekä yksi pidempi katkos 29.5.-1.6. Koko vuoden tuntidataa on käytettävissä 98,9 %. Lapaluodossa sattui muutamia korkeintaan parin tunnin mittauskatkoksia. Lapaluodossa koko vuoden tuntidataa on käytettävissä 98,4 %. Ajalliset kattavuudet täyttävät kummallakin asemalla lainsäädännön vaatimuksen yli 85 %. Kuukausitasolla dataa on riittävästi jokaisena kuukautena kummallakin asemalla. Osa katkoksista johtui atk- ja tiedonsiirto-ongelmista. Lisäksi katkoksia aiheuttivat huollot ja kalibroinnit.

Kaaviossa 16 on koottu vuosikeskiarvopitoisuudet viimeisen 10 vuoden ajalta numeroarvoineen. Kaavion perusteella nähdään, että kymmenessä vuodessa hiukkaspitoisuuksien taso Raahessa on lähes puolittunut. Vuonna 2020 pienhiukkasten pitoisuudet pysyivät samalla tasolla kuin edellisenä vuotena. Koko vuoden keskiarvot Keskustassa 9,7 µg/m<sup>3</sup> ja Lapaluodossa 10,6 µg/m<sup>3</sup> ovat molemmat selvästi alle vuosikeskiarvon raja-arvon 40 µg/m<sup>3</sup>.

Kaaviossa 17 on vuoden 2020 hiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvot. Keskustassa erityisesti huhtikuun katupölyaika näkyy selvänä piikkinä.



Kaavio 16: Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot 2010–2020. Vuosikeskiarvon raja-arvo on 40 µg/m<sup>3</sup>. Merikadun mittaukset lopetettiin vuoden 2017 lopussa.

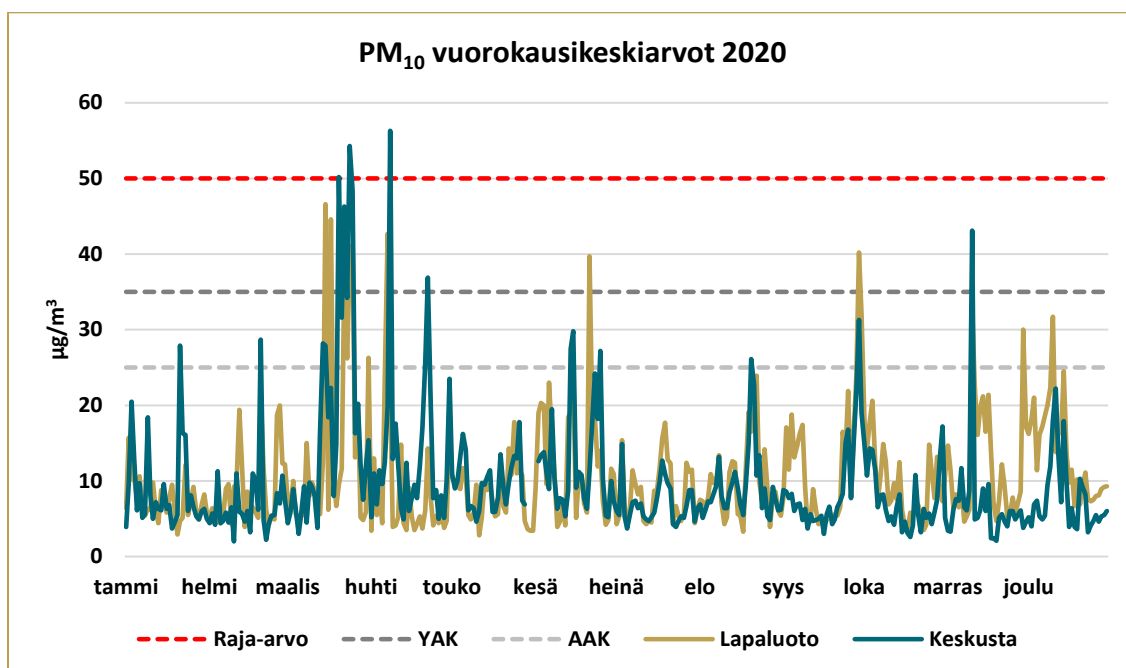


Kaavio 17: Hengitettävien hiukkasten kuukausikeskiarvot 2020.

Kaaviossa 18 on hiukaspitoisuuksien vuorokausikeskiarvot. Hengitettävälle hiukkasille on määritelty vuorokausikohtainen raja-arvon numeroarvo 50 µg/m<sup>3</sup>, joka ylittyi vuonna 2020 Raahessa kaksi kertaa. Kumpikin ylitys tapahtui Keskustassa. Numeroarvon sallittujen ylitysten määrä vuodessa on 35 ennen kuin raja-arvo ylittyy. Lähes joka vuosi tulee

Raahessa muutamia ylityksiä, yleensä katupölyaikaan, mikä näkyy erityisen selvästi vuoden 2020 tuloksissa maaliskuun lopulla ja huhtikuussa.

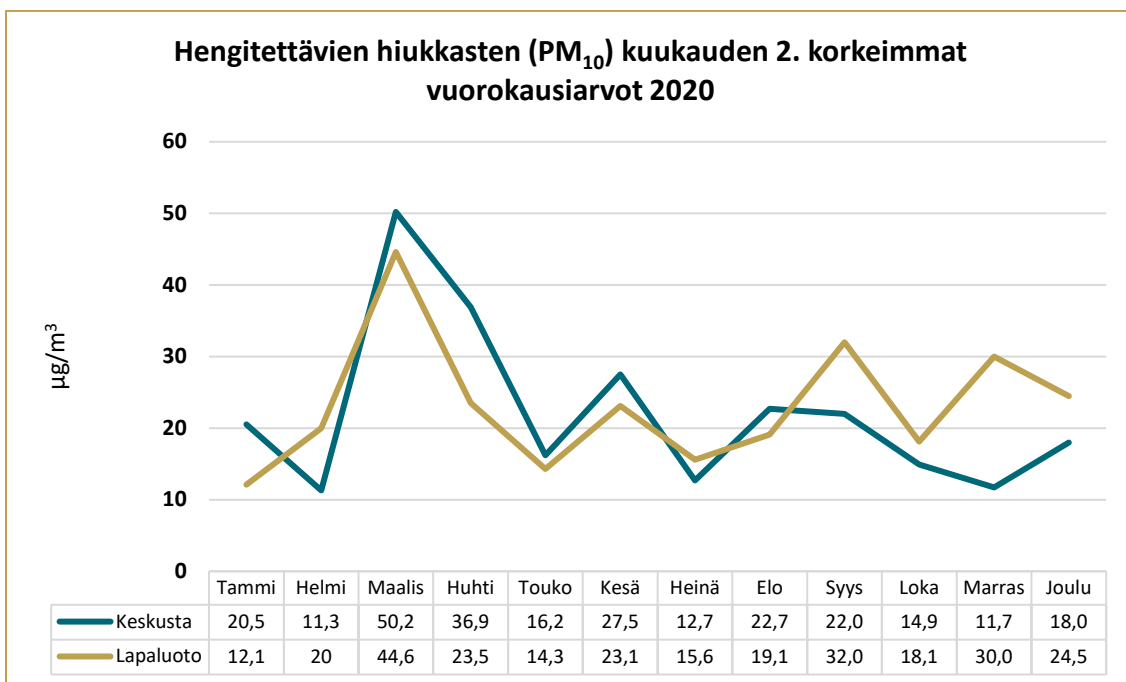
Vuoden 2020 ylitykset tapahtuivat Keskustassa 24.3. (54 µg/m<sup>3</sup>) ja 8.4. (56 µg/m<sup>3</sup>).



Kaavio 18: PM<sub>10</sub> vuorokausikeskiarvot 2020. Vuoden aikana asemilla sattui yhteensä kaksi raja-arvon (50 µg/m<sup>3</sup>) ylitystä Keskustassa. Kaavioon on merkattu raja-arvon lisäksi ylempi (YAK, 35 µg/m<sup>3</sup>) ja alempi (AAK, 25 µg/m<sup>3</sup>) arviointikynnys.

Kaaviossa 19 on esitetty hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvoon (kuukauden toiseksi korkein vuorokausiarvo) verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuonna 2020 molemmilla mittausasemilla. Vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat Keskustassa välillä 11-50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja Lapaluodossa 12-45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , joten ohjearvo (70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ylittynyt.

Raportin liitteeseen 3 on koottuna yhteenvedomaisesti erikseen molemmilta asemilta hengitettävien hiukkasten edellä olevien kaavioiden lukuarvot kuukausitasolla tarkasteltuna. Toisin kuin typpi- ja rikkidioksidilla, hengitettävälle hiukkasille ei ole määritelty tuntiohjearvoon (kuukauden tunti-arvojen 99 % -piste) verrattavia lukuarvoja, joten näitä ei ole myöskään taulukoituna.



Kaavio 19: Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) kuukauden 2. suurimmat vuorokausiarvot kuukausittain Keskustan ja Lapaluodon mittausasemilla vuonna 2020.



## 11. HIUKKASTEN SISÄLTÄMÄT PAH-YHDISTEET

PAH-yhdisteitä mitataan säännöllisinä kertaluonteisina vuorokausinäytteinä sekä Keskustassa että Lapaluodossa kerätyistä hengitettävien hiukkasten suodatinnäytteistä. PAH-yhdisteet ovat yleisnimitys polysyklisille aromaattisille hiilivedyille, joita syntyy mm. epätäydellisen palamisen seurauksena. PAH-yhdisteiden tiedetään olevan syöpävaarallisia. PAH-yhdisteiden merkkiaineena pidetään bentso(a)pyreeniä, jolle on asetettu lainsäädännössä tavoitearvo  $1 \text{ ng/m}^3$ , joka mahdollisuuksien mukaan tulee alittaa. Lapaluodon vuosikeskiarvo on  $0,86 \text{ ng/m}^3$  ja Keskustan vuosikeskiarvo on  $0,29 \text{ ng/m}^3$ , jotka kumpikin alittivat tavoitearvon. Viime vuoden tarkemmat tulokset löytyvät kaikkien PAH-yhdisteiden osalta kappaleesta 11.2.2. ja bentso(a)pyreenin osalta kappaleesta 11.2.1.

Lyhenne PAH tulee sanoista polysyklinen aromaattinen hiilivety, joten "PAH-yhdiste" on yleisnimitys tällaiselle yhdistelmäryhmälle. PAH-yhdisteitä syntyy orgaanisen aineen epätäydellisessä palamisessa, joista kaupunki-ilmassa merkittävä on puun pienpoltto sekä tieliikenteen pakokaasut. Teollisuudessa erityisesti koksamoilla ja valimoilla syntyy PAH-yhdisteitä. PAH-yhdisteiden tiedetään olevan karsinogeenisia, eli syöpävaarallisia.

PAH-yhdisteet ovat kiinnittyneinä hiukkasiin, josta ne voidaan mitata keräämällä näytteitä suodattimelle ja analysoimalla suodattimet laboratoriossa.



### 11.1. PAH-pitoisuudet lainsäädännössä

PAH-yhdisteiden merkkiaineena käytetään bentso(a)pyreeniä, jolle myös lainsäädännössä on määritelty ainoa PAH-yhdisteitä koskeva numeerinen rajoite. Tavoitearvo on raja-arvoa lievempi arvo, joka tulee mahdollisuuksien mukaan alittaa. Bentso(a)pyreenin tavoitearvo (taulukko 18) on annettu ns. metalliasetuksessa, joka on astunut voimaan 1.1.2013. Muista raja-arvoista poiketen metalliasetuksessa määritettyjen epäpuhtauksien tavoitearvo on kertaluokkaa pienemmässä yksikössä. Yleensä raja-arvot ovat mikrogrammaa kuutiometrissä ( $\mu\text{g/m}^3$ ,  $\mu=10^{-6}$ ), kun metalliasetuksen tavoitearvoille yksikkö on nanogrammaa kuutiometrissä ( $\text{ng/m}^3$ ,  $n=10^{-9}$ ).

Taulukossa 18 on kuvattu tavoitearvon lisäksi myös ylempi- ja alempi arviointikynnys.

Bentso(a)pyreenin ajallisen kattavuuden vaatimukset on määritelty metalliasetuksessa, ja ne on koottu taulukkoon 19, johon on laskettu myös viikoittain otettavien vuorokausinäytteiden vähimmäismäärä, jotta kyseinen ajallisen kattavuuden vaatimus saavutetaan. Ajallinen kattavuus määritellään koko vuoden ajalle, jotta erilaiset ilmasto-olosuhteet ja päästöjä aiheuttavien toimintojen vaikutukset olisivat aineistossa edustavasti mukana.

Taulukko 18: Hengitettävien hiukkasten sisältämän bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvon tavoitearvo, sekä ylempi ja alempi arviointikynnys (VNa 113/2017, VNa 79/2017)

B(a)P (1 v)	Tavoitearvo ng/m <sup>3</sup>	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Numeerinen arvo	1	40 % (0,4 ng/m <sup>3</sup> )	60 % (0,6 ng/m <sup>3</sup> )

Taulukko 19: Bentso(a)pyreenimittausten ajallisen kattavuuden vaatimukset (VnA 113/2017).

B(a)P (1 v-arvo kolmena vuotena viidestä)	Jatkuva mittaus	Suuntaa antava mittaus	Mallintaminen / päästökartoitus
Pitoisuusalue	> 0,6 ng/m <sup>3</sup>	0,4-0,6 ng/m <sup>3</sup>	< 0,4 ng/m <sup>3</sup>
Ajallinen kattavuus	33 %	14 %	-
Vähimmäismäärä vuorokausinäytteitä	~2,5 krt/vko	~1 krt/vko	-

## 11.2. PAH-mittaukset vuonna 2020

PAH-yhdisteet ovat kiinnittyneinä hiukkasiin, josta niiden määrä voidaan mitata keräämällä näytteitä suodattimelle ja analysoimalla suodattimet laboratoriossa. Raahessa näytteet kerätään Leckel SEQ 47/50 suodatinkeräimillä, jotka ovat vertailumenetelmien mukaiset. Suodatinnäytteet lähetetään kerran kuukaudessa laboratorioon, jossa ne esikäsitellään ja analysoidaan. Aiempaa, nykyisestä hieman poikkeavaa, keräystapaa on kuvattu tarkemmin vuoden 2018 raportissa.

Keskustan mittausasemalla kerätään joka neljäs vuorokausi yksi näyte, joista mitataan vuorotellen PAH-yhdisteitä ja raskasmetalleja. Lapaluodossa näyte kerätään joka toinen vuorokausi. Näytteistä tehdään pääsääntöisesti kolme PAH-määrittystä yhtä metallimäärittystä kohden. Molemmissa tapauksissa yhden näytteen keräysaika on 24 h, mutta eri määrittystiheys johtuu lainsäädännössä olevista ajallisen kattavuuden vaatimuksista.



Vuonna 2020 PAH-yhdisteitä mitattiin Lapaluodossa 124 vuorokaudelta ja Keskustassa 51 vuorokaudelta. Lapaluodon ajallinen kattavuus (34,4 %) täyttää jatkuvien mittausten vaatimuksen, ja Keskustan (14,2 %) suunta-antavien mittausten vaatimuksen.

Kaikki mittaustulokset raportoidaan vuosittain Ilmatieteenlaitokselle. Vuonna 2013 määrittämissä, joissa tulos on ollut alle määrittämissä, on tuloksena käytetty määrittämissä. Vuodesta 2014 alkaen on Ilmatieteenlaitoksen ohjeistuksen mukaisesti alle havaintorajan/

määrittämissä oleville tuloksille on käytetty havaintorajan/määrittämissä puolikasta. Vuonna 2019 ohjeistusta on tarkennettu siten, että alle havaintorajan oleville tuloksille käytetään havaintorajan puolikasta ja alle määrittämissä oleville tuloksille käytetään määrittämissä.

Vuonna 2020 laboratorion mittaustuloksissa on esitetty ainoastaan määrittämissä, jolloin alle määrittämissä oleville tuloksille on käytetty arvona määrittämissä. Laskentatavan muutokset vaikuttavat hieman vuosikeskiarvoihin, jolloin ne eivät ole suoraan verrattavissa toisiinsa.

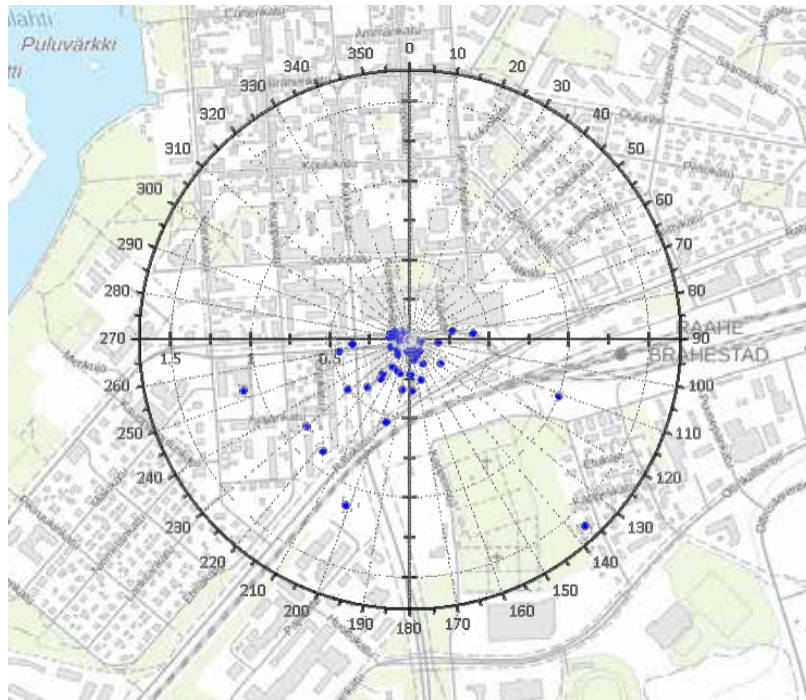


### 11.2.1. Bentso(a)pyreeni

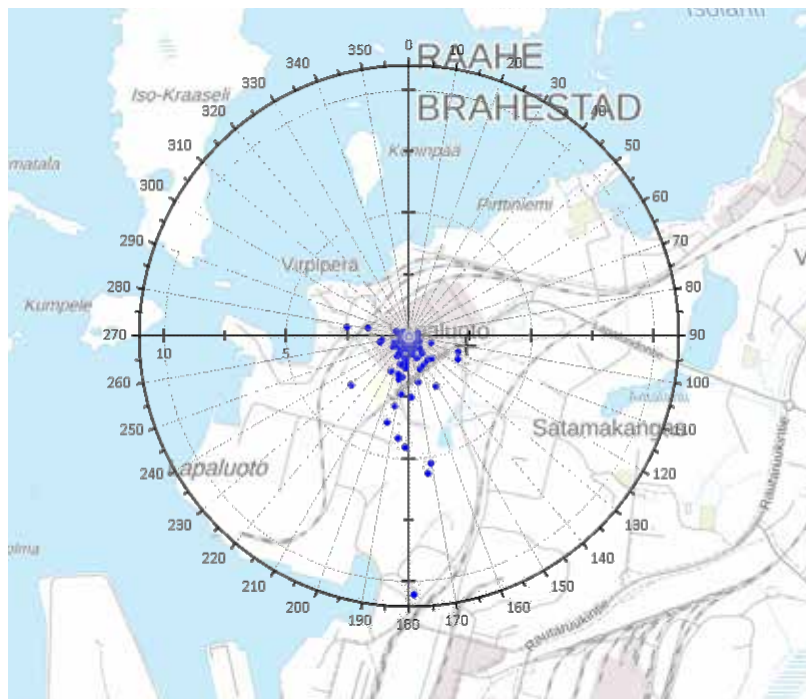
Bentso(a)pyreenin yksittäiset mitatut vuorokausipitoisuudet on esitetty kaavioissa 20 ja 21 tuulen suunnan mukaisesti Keskustassa ja Lapaluodossa. Kuvan keskiakselilla esitetään bentso(a)pyreenin pitoisuus yksikössä  $\text{ng}/\text{m}^3$ . Tuuleen suunta on esitetty ympyrän asteina. Sää tiedot ovat Keskustan omalta mittausasemalta sekä tuntikeskiarvoina Ilmatieteenlaitoksen Lapaluodon mittausasemalta. Suurim-

mat pitoisuudet on mitattu kaakon ja lounaan välisillä tuulilla. Yksittäisiä korkeampia pitoisuuksia on tosin nähtävissä muillakin tuulensuunnilla. Pitoisuusruusu on sijoitettu kartan päälle havainnollistamaan pitoisuuksien lähteen suuntaa. Kaaviolla ei kuitenkaan pystytä osoittamaan yksittäisiä lähteitä, tai kuinka kaukaa pitoisuus on todellisuudessa mittausasemalle tullut.





Kaavio 20: Bentso(a)pyreenin mitatut pitoisuudet tuulen suunnan mukaisesti esitettynä Keskustassa. Kartalla havainnollistetaan pitoisuuksien lähteen suuntaa, ei varsinaista pitoisuuslähdettä. Asteikon yksikkö on  $\text{ng}/\text{m}^3$ , eli mitä kauempana piste on ympyrän keskustasta, sitä suurempi pitoisuus on ollut.



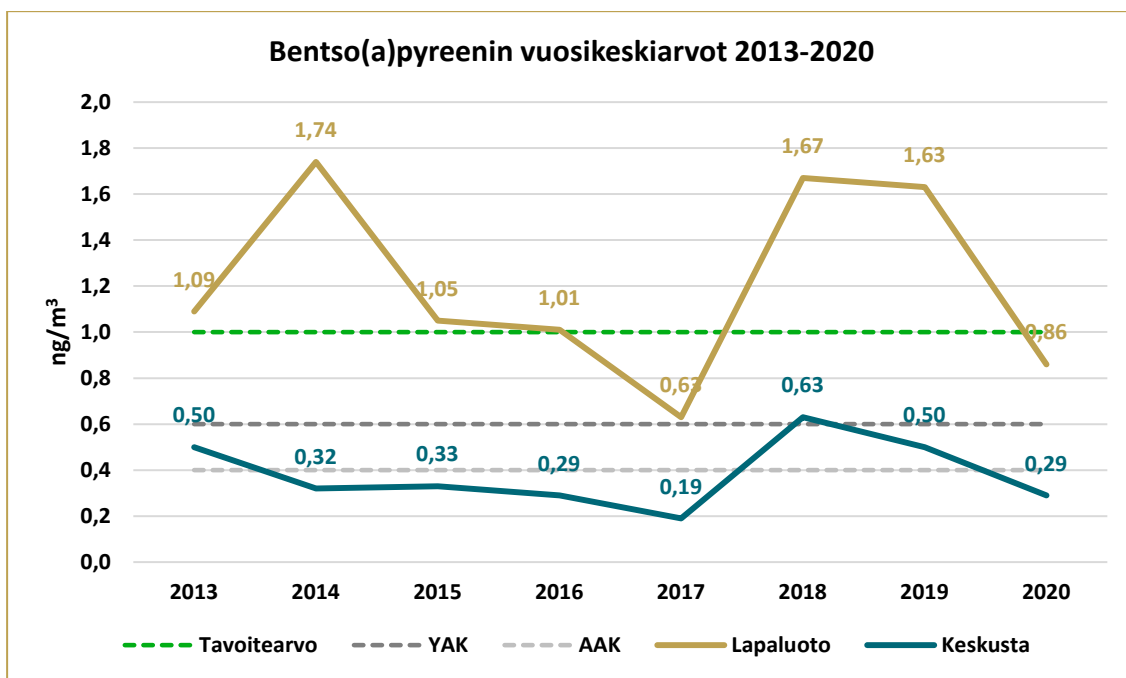
Kaavio 21: Bentso(a)pyreenin mitatut pitoisuudet tuulen suunnan mukaisesti esitettynä Lapaluodossa. Kartalla havainnollistetaan pitoisuuksien lähteen suuntaa, ei varsinaista pitoisuuslähdettä. Asteikon yksikkö on  $\text{ng}/\text{m}^3$ , eli mitä kauempana piste on ympyrän keskustasta, sitä suurempi pitoisuus on ollut.

Kaaviossa 22 näkyy bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo siltä ajanjaksolta, kun vuosikeskiarvon tavoitearvo  $1 \text{ ng/m}^3$  on ollut voimassa, eli vuodesta 2013 alkaen.

parin vuoden tauon jälkeen. Keskustan pitoisuus on 2018 ylittänyt ylemmän arviointikynnyksen ( $0,6 \text{ ng/m}^3$ ), mutta 2020 pitoisuus laski alemmankin arviointikynnyksen alle.

Vuoden 2020 vuosikeskiarvot Lapaluodossa ( $0,86 \text{ ng/m}^3$ ) ja Keskustassa ( $0,29 \text{ ng/m}^3$ ) ovat pienempiä kuin edellisellä vuotena ja Lapaluodossa vuosikeskiarvo alittaa tavoitearvon

Kaaviossa 23 on kuvattu bentso(a)pyreenipitoisuutta vuorokausikeskiarvona, mistä nähdään, että pitoisuudet ovat korkeita talviaikaan, kun taas kesällä ne ovat hyvin pieniä.



Kaavio 22: Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo 2013–2020, jolloin vuosikeskiarvon tavoitearvo ( $1 \text{ ng/m}^3$ ) on ollut voimassa. Käyrien päällä oleva lukuarvo kuvaa kunkin vuoden mitattua vuosikeskiarvoa.

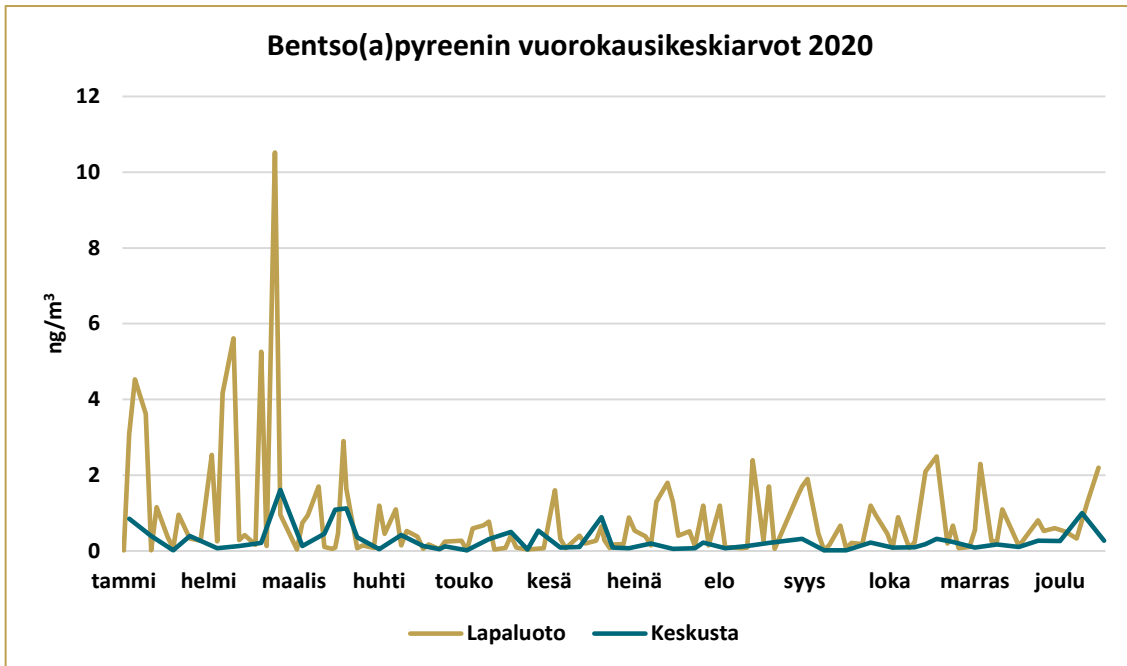
YAK = Ylempi arviointikynnys ( $0,6 \text{ ng/m}^3$ ) ja AAK = alempi arviointikynnys ( $0,4 \text{ ng/m}^3$ ).

Tämä johtuu suureksi osaksi siitä, että talvisaikaan puun pienpolttoa on selkeästi kesää enemmän sekä ilman laimentumisolosuhteet ovat kesää heikommat.

Vuonna 2020 mitattiin selvästi alhaisempia yksittäisiä pitoisuuksia kuin vuonna 2019, jolloin korkein pitoisuus Lapaluodossa oli  $25,4 \text{ ng/m}^3$ . Vuoden 2020 korkein pitoisuus on mitattu 28.2. ( $10,5 \text{ ng/m}^3$ ) Lapaluodossa.

Normaalia lämpimämpi talvi on voinut vaikuttaa vuonna 2020 pitoisuuksiin alentavasti, sillä kovia pakkasia ei juurikaan ollut. Sää tiedot on esitetty tarkemmin kappaleessa 14.4.



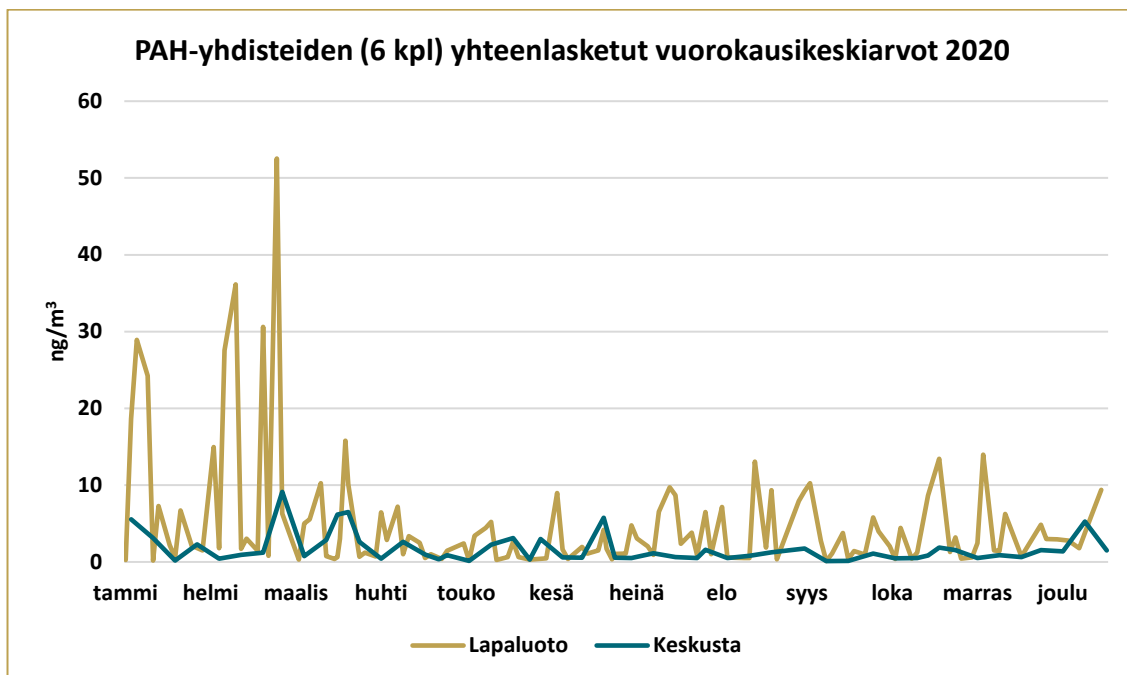


Kaavio 23: Bentso(a)pyreenin vuorokausikeskiarvot 2020 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM<sub>10</sub>)

### 11.2.2. PAH-yhdisteet yhteensä

Kaavioon 24 on laskettu bentso(a)pyreenin lisäksi viiden muun PAH-yhdisteen pitoisuudet: bentso(a)antraseenin, bentso(bj)fluoranteenin, bentso(k)fluoranteenin, indeno(123-cd)pyreenin ja dibentso(ah+ac)antraseenin.

Kaavion perusteella nähdään, että PAH-yhdisteiden yhteenlasketut pitoisuuskäyrät ovat lähes identtiset kaavio 23 bentso(a)pyreenin käyrien kanssa.



Kaavio 24: Kuuden PAH-yhdisteen yhteenlasketut vuorokausikeskiarvot 2020 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM<sub>10</sub>). Mukaan lasketut PAH-yhdisteet ovat bentso(a)pyreeni, bentso(a)antraseeni, bentso(bj)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, indeno(123-cd)pyreeni ja dibentso(ah+ac)antraseeni.

Kaavioon 24 lasketut PAH-yhdisteet on mainittu metalliasetuksessa bentso(a)pyreenin lisäksi muina merkityksellisinä PAH-yhdisteinä. Kyseisten yhdisteiden lisäksi Raahessa mitataan 11 muutakin PAH-yhdistettä, jotka on aikaisempien vuosien raportissa laskettu vastaavissa kaavioissa yhteen.

Raportin liitteeseen 4 on koottu pitoisuudet kaikista Raahessa mitattavista PAH-yhdisteistä, sekä historiatieto vuodesta 2014 alkaen. Aikaisempiin vuosiin verrattuna 2018 - 2020 määritettiin myös trifenyleeni. Vuoden 2020 pitoisuudet ovat alhaisemmat kuin vuosien 2018 ja 2019 pitoisuudet.

Aiempaa, nykyisestä hieman poikkeavaa, keräystapaa on kuvattu tarkemmin vuoden 2018 raportissa. Vuonna 2018 tehdyn keräystavan muutoksen vuoksi vanhat pitoisuudet eivät ole suoraan verrannollisia uudempien kanssa.



## 12. HIUKKASTEN SISÄLTÄMÄT RASKASMETALLIT

Raskasmetalleja mitataan säännöllisinä kertaluonteisina vuorokausinäytteinä sekä Keskustassa että Lapaluodossa kerätyistä hengitettävien hiukkasten suodatinnäytteistä. Raskasmetalleja on luonnostaan maaperässä, mutta ilmaan niitä pääsee teollisuuden ja energiantuotannon prosesseista, sekä liikenteestä. Suodattimista mitataan yhteensä yhdeksää eri raskasmetallia, joista vain lyijylle on asetettu raja-arvo ja kolmelle raskasmetallille (arseeni, kadmium ja nikkeli) tavoitearvot. Kaikki pitoisuudet jäivät selvästi alle raja- tai tavoitearvojen. Näytteitä kerättiin vuoden aikana Lapaluodossa 53 vuorokaudelta (14,7 %) ja Keskustan asemalta 51 vuorokaudelta (14,2 %). Viime vuoden tarkemmat tulokset löytyvät kappaleesta 12.2.

Raskasmetalleja on luonnostaan maaperässä, kasveissa ja eläimissä, ja pieninä määrinä ne ovatkin elintärkeitä. Raskasmetallit ovat suurina pitoisuuksina myrkyllisiä. Ne voivat mm. kulkeutua hengitettävien hiukkasten mukana ja kertyä elimistöön. Ympäristössä raskasmetallit voivat rikastua ravintoketjussa ympäristön kannalta haitallisimpia raskasmetalleja ovat elohopea, lyijy ja kadmium.

Raskasmetalleja pääsee ilmaan erityisesti metalliteollisuuden prosesseista metallituotan-

nosta, sekä energiantuotannosta poltettaessa hiiltä, turvetta, raskasta polttoöljyä tai jätteitä. Tämän lisäksi myös liikenne aiheuttaa raskasmetallipäästöjä renkaiden kulumisen seurauksena, mutta aikaisemmin ongelmana oli myös bensiinin sisältämä lyijy. Lyijyttömään bensiiniin siirtyminen 1990-luvun alussa näkyikin selkeästi juuri lyijypitoisuuksissa. Hengitysilmassa raskasmetallit ovat sitoutuneena ilman hiukkasiin, joista niiden pitoisuudet voidaan määrittää.

## 12.1. Raskasmetallipitoisuudet lainsäädännössä

Ilmanlaatuasetuksessa metalleista vain lyijylle on määritelty kalenterivuosi-kohtainen raja-arvo (taulukko 20), ja se on ollut voimassa 15.8.2001 alkaen. Raja-arvoa lievempiä ovat tavoitearvot, joiden tarkoitus on ehkäistä terveyteen ja ympäristöön kohdistuvia haittoja, joita on ns. metalliasetuksessa määritetty arseenille (As), kadmiumille (Cd) ja nikkelille (Ni). Nämä tavoitearvot (taulukko 20) ovat astuneet voimaan 1.1.2013. Muista raja-arvoista yms. poiketen kyseisten epäpuhtauksien tavoitearvo on kertaluokkaa pienemmässä yksikössä. Yleensä raja-arvot ovat mikrogrammaa kuutiometrissä ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\mu=10^{-6}$ ), kun näille epäpuhtauksien yksikkö on nanogrammaa kuutiometrissä ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ,  $n=10^{-9}$ ).

Kuten aikaisemmin kerrottiin bentso(a)pyreenistä, myös raskasmetallien osalta seurataan ajallisen kattavuuden vaatimuksia. Raahessa ainoastaan nikkeli on ylittänyt arviointikynnyksiä Merikadun mittauksissa. Nikkelin osalta ajallisten kattavuuksien vaatimukset on määriteltävä alla olevaan taulukkoon 21, johon on laskettu myös viikoittain otettavien vuorokausinäytteiden vähimmäismäärä, jotta kyseinen ajallisen kattavuuden vaatimus saavutetaan. Muiden raskasmetallien osalta vaatimukset löytyvät metalliasetuksesta.

Taulukko 20: Ulkoilman epäpuhtauksien raja-arvo, ylemmät ja alemmat arviointikynnykset hengitettävien hiukkasten sisältämien metallien vuosikeskiarvolle (VNa 79/2017, VNa 113/2017)

Epäpuhtaus (Kalenterivuosi <sup>1)</sup> )	Raja-arvo <sup>2)</sup> , $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tavoitearvo <sup>2)</sup> , $\text{ng}/\text{m}^3$	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Arseeni, As	-	6	40 % (2,4 $\text{ng}/\text{m}^3$ )	60 % (3,6 $\text{ng}/\text{m}^3$ )
Kadmium, Cd	-	5	40 % (2 $\text{ng}/\text{m}^3$ )	60 % (3 $\text{ng}/\text{m}^3$ )
Nikkeli, Ni	-	20	50 % (10 $\text{ng}/\text{m}^3$ )	70 % (14 $\text{ng}/\text{m}^3$ )
Lyijy, Pb	0,5	-	50 % (0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	70 % (0,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

<sup>1)</sup> Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 ja VNa 113/2017 liitteen 3 perusteita

<sup>2)</sup> Ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

Taulukko 21: Nikkelimittausten ajallisen kattavuuden vaatimukset (VnA 113/2017)

Ni (1 v-arvo kolmena vuotena viidestä)	Jatkuva mittaus	Suuntaa antava mittaus	Mallintaminen / päästökartoitus
Pitoisuusalue	> 14 $\text{ng}/\text{m}^3$	10-14 $\text{ng}/\text{m}^3$	< 10 $\text{ng}/\text{m}^3$
Ajallinen kattavuus	50 %	14–50 %	-
Vähimmäismäärä vuorokausinäytteitä	Joka 2. vrk	1 krt/vko	-

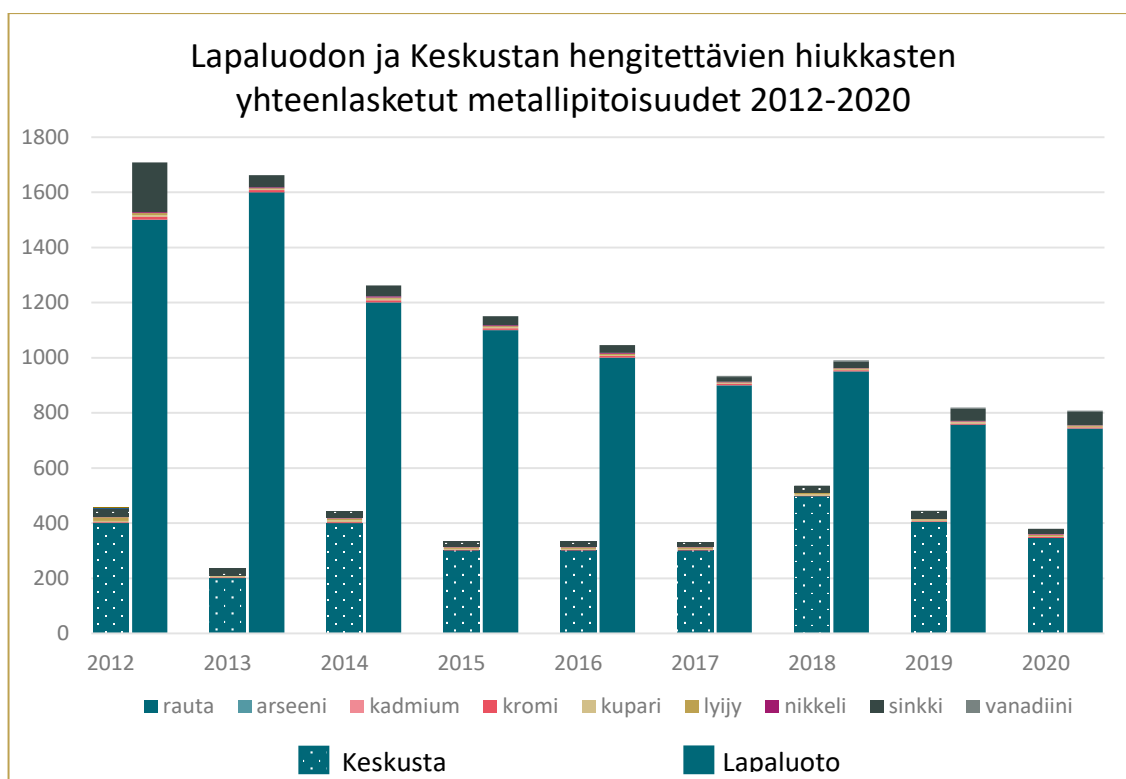
## 12.2. Metallimittaukset vuonna 2020

Raahessa hiukkasista määritetään seuraavat raskasmetallit: arseeni (As), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), lyijy (Pb), nikkeli (Ni), rauta (Fe), sinkki (Zn) ja vanadiini (V). Näistä kaikki muut paitsi nikkeli ovat jääneet viime vuosina selvästi alle asetettujen raja- tai tavoitearvojen sekä arviointikynnysten.

Metallimäärityksiä varten näytteitä kerätään samalla tavalla kuin PAH-määrityksiinkin Lancel SEQ 47-50-RV -keräimellä, mutta eri vuorokausilta kuin PAH-näytteet. Metallinäytteet lähetetään laboratorioon, jossa ne esikäsitellään ja analysoidaan.

Tulosten laskentatavassa on vaihtelua eri vuosien välillä, johtuen Ilmatieteenlaitoksen monitulkintaisesta ohjeistuksesta. Näitä muutoksia on käsitelty tarkemmin kohdassa 11.2. Seuraavassa kaaviossa 25 on koottu Keskustan ja Lapaluodon asemilla mitattujen metallipitoisuuksien yhteenlasketut tulokset 2012–

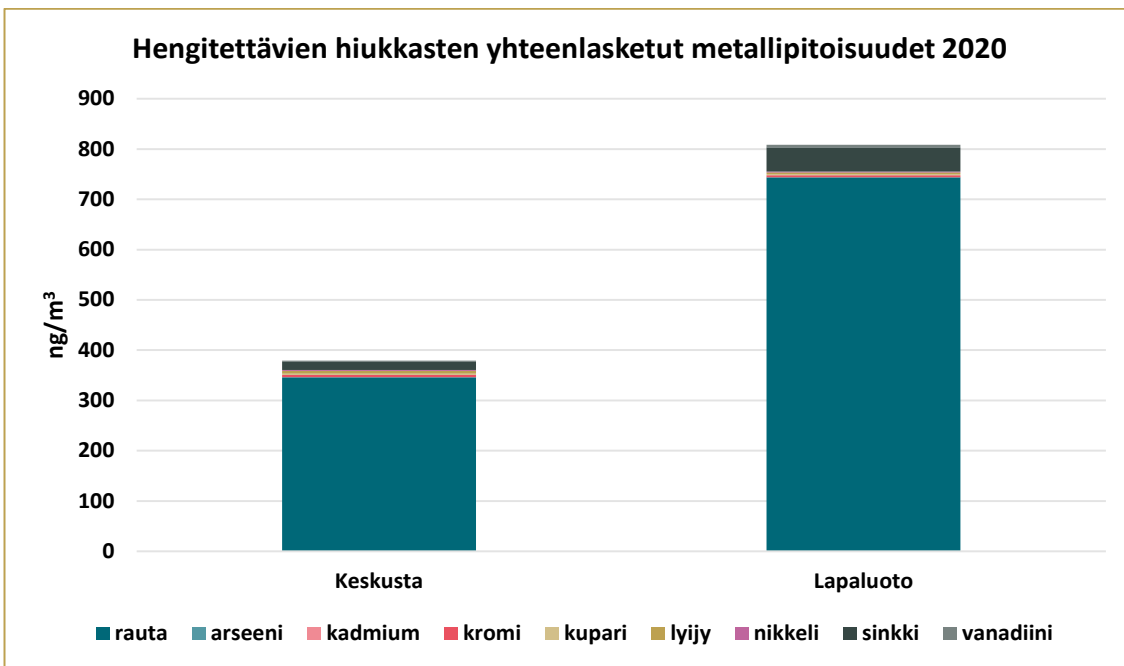
2020. Kaavioista nähdään, että Lapaluodossa metallipitoisuudet ovat laskeneet tasaisesti, mutta Keskustassa ei ole yhtä selkeää trendiä. Lapaluodon yhteenlasketut pitoisuudet ovat vuosittain lähes kaksinkertaiset Keskustaan nähden.



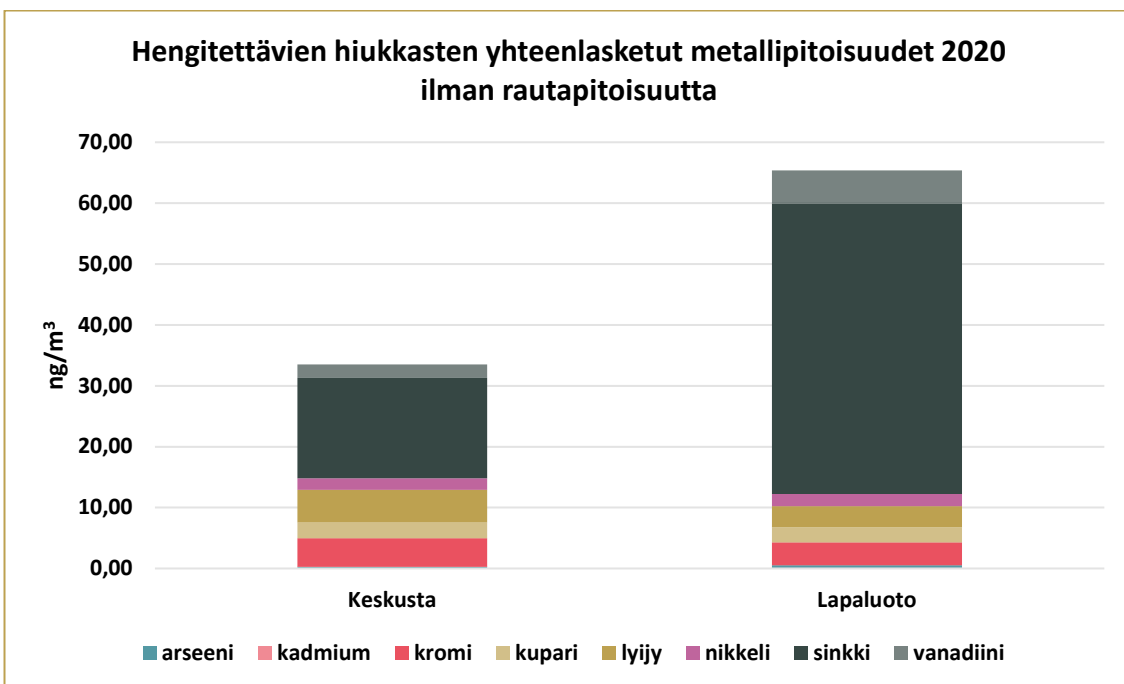
Kaavio 25: Lapaluodon ja Keskustassa mitattujen metallipitoisuuksien yhteenlasketut tulokset 2011–2020

Kaaviossa 26 on kuvattu yhteenlasketuina metallipitoisuuksina kaikki Raahessa mitattavat metallit, josta nähdään, että raskasmetalleista yli 90 % koostuu raudasta. Kaaviossa 27 on kuvattu hengitettävien hiukkasten metallipitoisuudet ilman rautaa. Raudan jälkeen suurimmat pitoisuudet ovat sinkillä ja kromilla.

Suuntaa-antavat mittaukset vaativat yli 14 % ajallisen kattavuuden, joka täyttyi kummallakin asemalla (Keskustassa 14,2 % ja Lapaluodossa 14,7 %). Kummallakaan mittausasemalla ei ole sellaisia pitoisuuksia raskasmetalleja, jotka edellyttäisivät laajempaa ajallista kattavuutta.



Kaavio 26: Hengitettävien hiukkasten yhteenlasketut metallipitoisuudet 2020. Hiukkasten metalleista rautaa on yli 90 %.

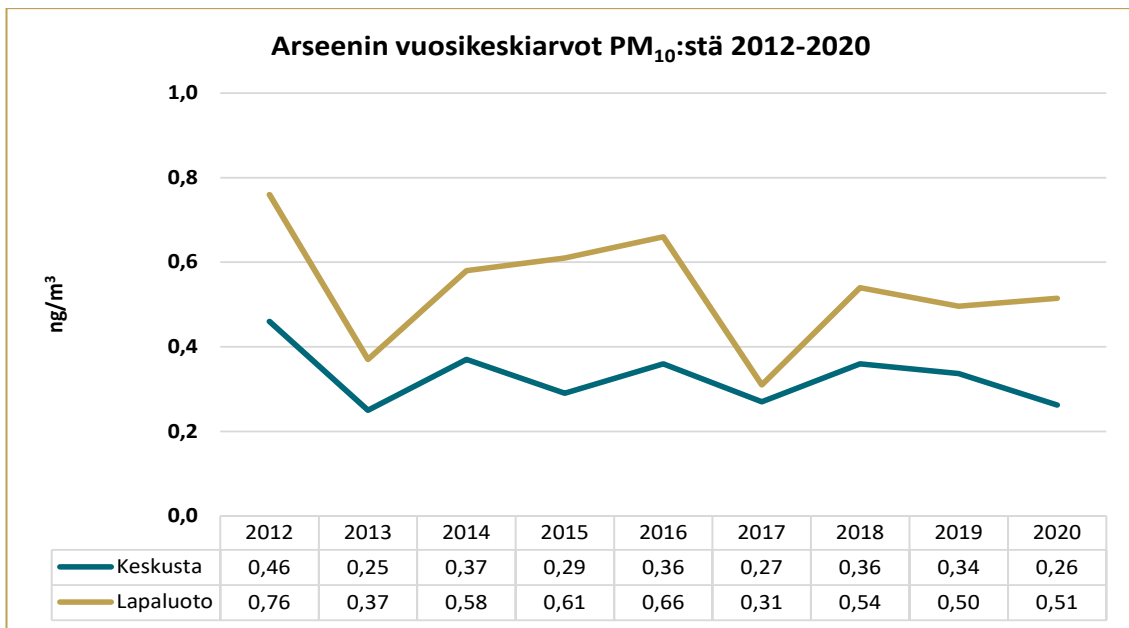


Kaavio 27: Hengitettävien hiukkasten yhteenlasketut metallipitoisuudet 2020, ilman rautapitoisuutta.

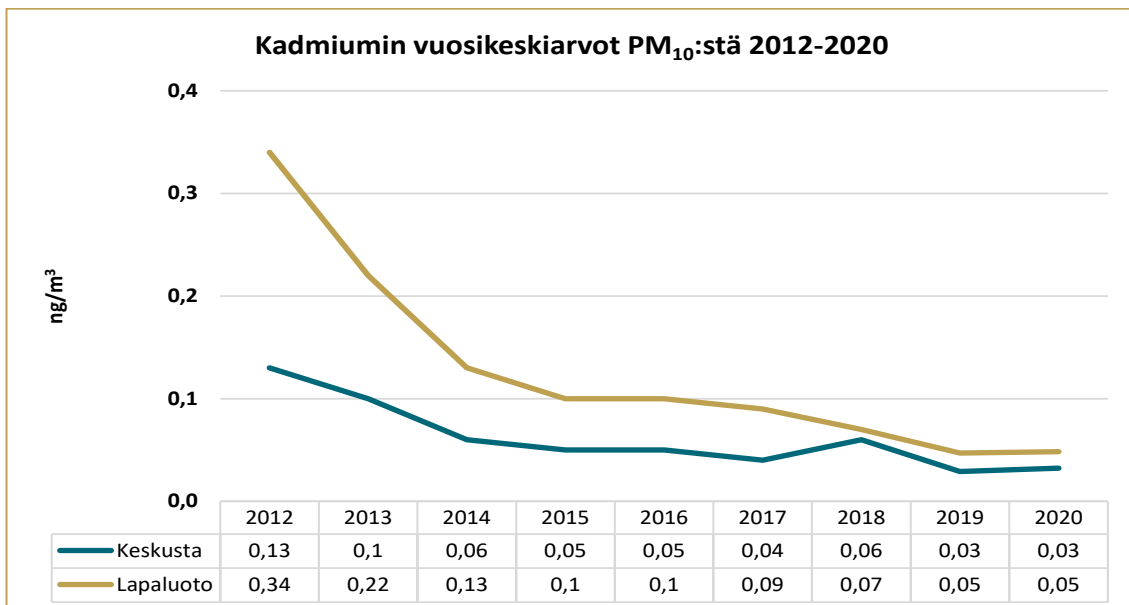
Kaavioihin 28–36 on määritelty hengitettävistä hiukkasista (PM<sub>10</sub>) määritettävät metallit aakkosjärjestyksessä. Metalleista arseenille, kadmiumille, lyijylle ja nikkelille on lainsäädännössä määritelty raja- tai tavoitearvot. Ne on kirjoitettu kunkin metallin kuvatekstiin, koska kaikissa tapauksissa mitatut pitoisuudet ovat selkeästi alle kyseisten arvojen.

määrittäminen on ollut käytössä. Verratuna aikaisempiin vuosiin, vuonna 2020 metallipitoisuuksissa oli pieniä muutoksia suuntaan ja toiseen, riippuen mitatusta metallista. Kaikki pitoisuudet on ilmoitettu vertailtavuuden vuoksi samassa yksikössä ng/m<sup>3</sup>, mutta pitoisuudet ovat keskenään eri kokoluokissa.

Kaavioista selviää myös historiatieto vuodesta 2012 alkaen, josta asti standardin mukainen

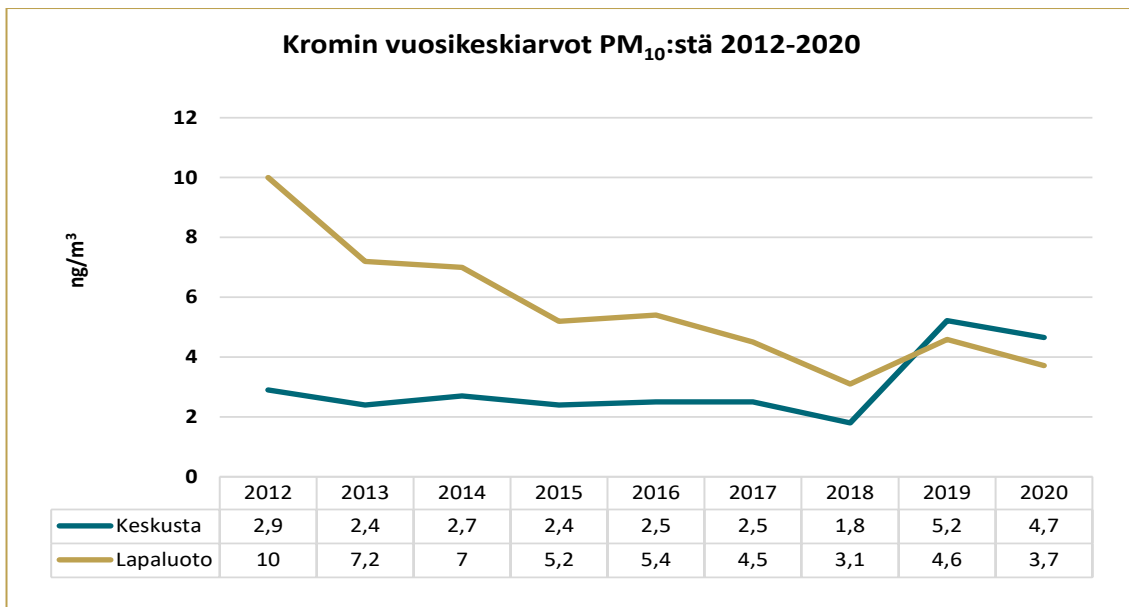


Kaavio 28: Arseenin vuosikeskiarvo 2012–2020. Arseenin vuosikeskiarvon tavoitearvo (6 ng/m<sup>3</sup>) on ollut voimassa 2013 alkaen.

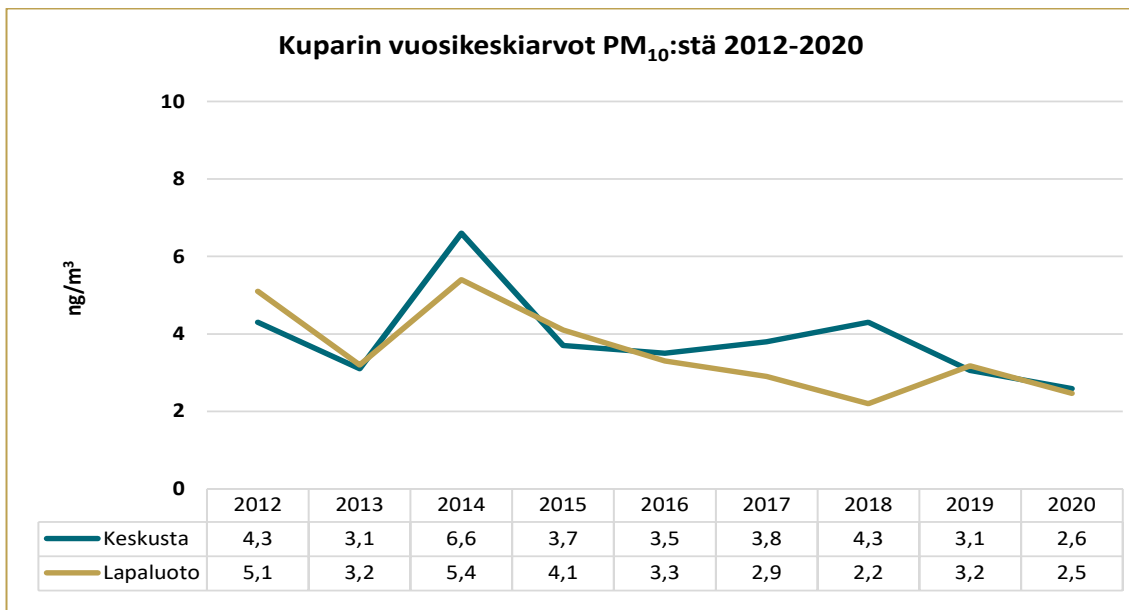


Kaavio 29: Kadmiumin vuosikeskiarvo 2012–2020. Kadmiumin vuosikeskiarvon tavoitearvo (5 ng/m<sup>3</sup>) on ollut voimassa 2013 alkaen.

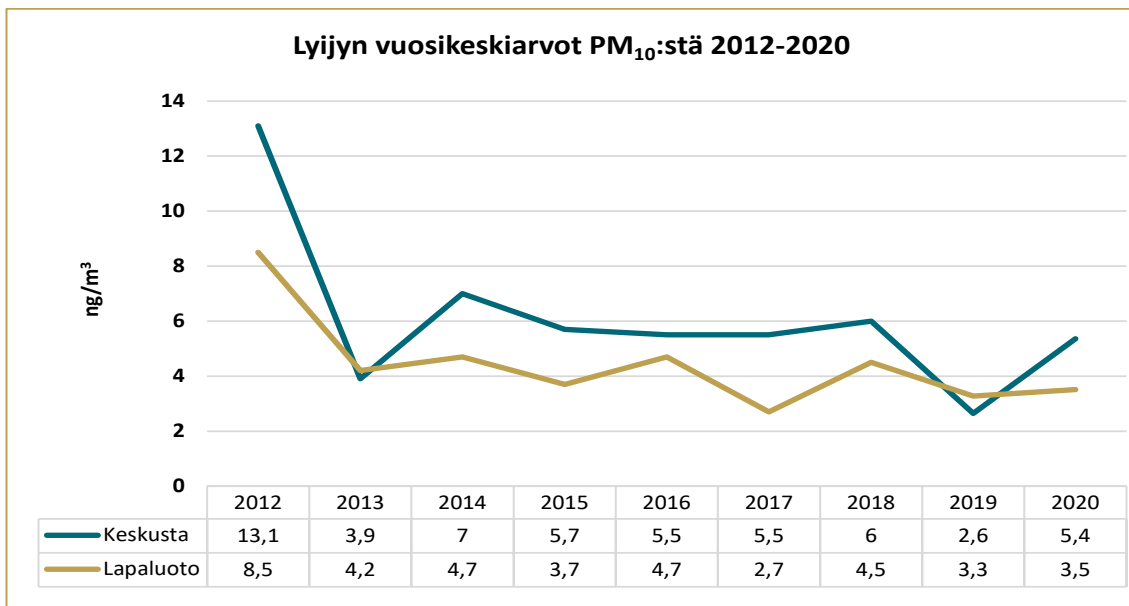




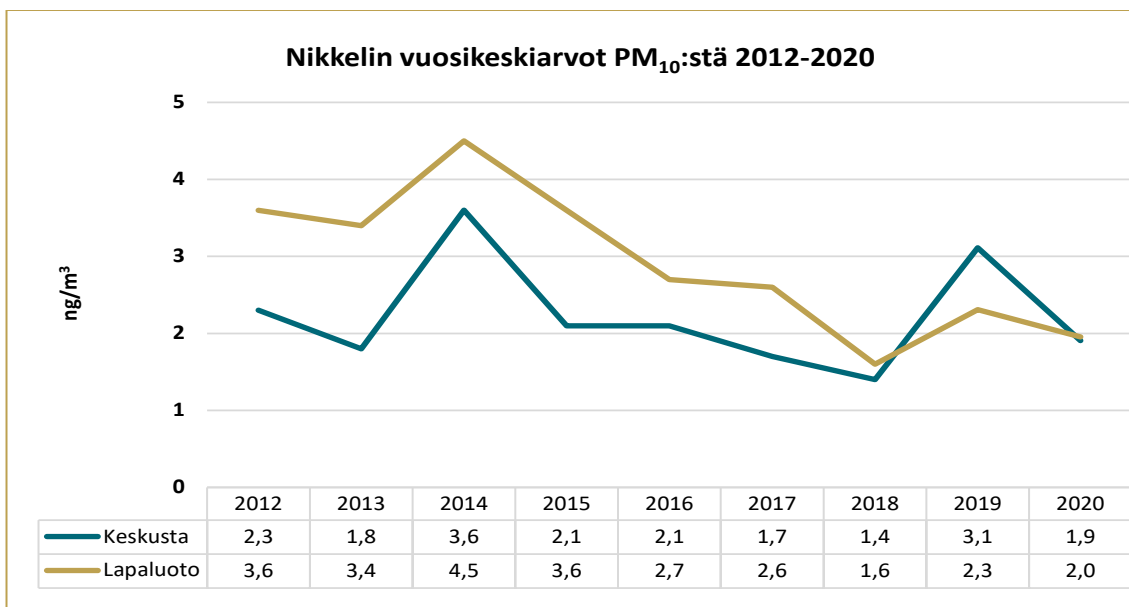
Kaavio 30: Kromin vuosikeskiarvo 2012–2020.



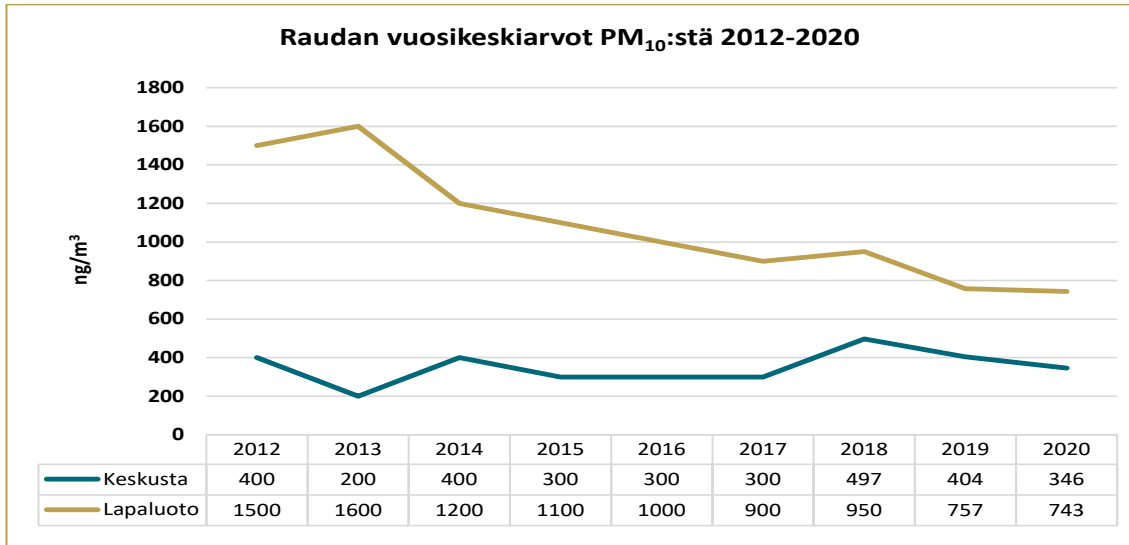
Kaavio 31: Kuparin vuosikeskiarvo 2012–2020.



Kaavio 32: Lyijyn vuosikeskiarvo 2012–2020. Lyijyn vuosikeskiarvon raja-arvo ( $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 500 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) on ollut voimassa 2011 alkaen.



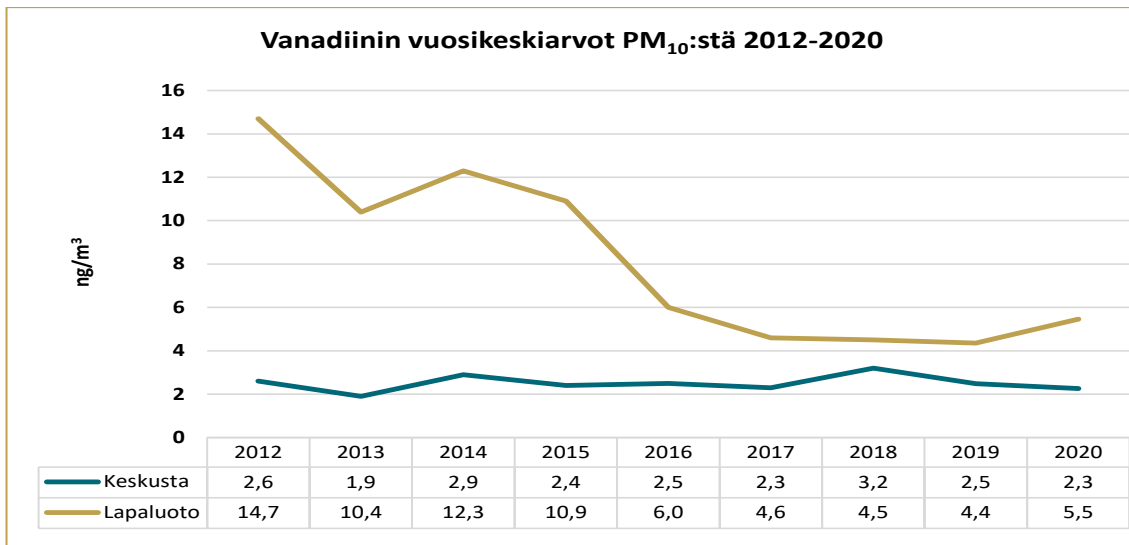
Kaavio 33: Nikkelin vuosikeskiarvo 2012–2020. Nikkelin vuosikeskiarvon tavoitearvo ( $20 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) on ollut voimassa 2013 alkaen.



Kaavio 34: Raudan vuosikeskiarvo 2012–2020.



Kaavio 35: Sinkin vuosikeskiarvo 2012–2020.



Kaavio 36: Vanadiinin vuosikeskiarvo 2012–2020.

## 13. LASKEUMA

Laskeumaa mitataan Välikylässä ja Lentokentäntiellä sijaitsevilla mittauspisteillä. Laskeuma on sateen ja tuulien mukana kulkeutuvaa ja maahan laskeutuvaa pölyä ja epäpuhtauksia. Laskeumista määritetään yhdeksän eri raskasmetallin pitoisuus, joille ei kuitenkaan ole asetettu raja-arvoja. Viime vuoden tulokset löytyvät kappaleesta 13.1.

Laskeumalla tarkoitetaan sitä ilmassa sateen ja tuulien mukana olevaa pölyä ja epäpuhtauksia, joka nimensä mukaisesti laskeutuu painovoiman vaikutuksesta tai sadannan mukana

maahan. Laskeumamittauksissa pitoisuudet on laskettu kokonaislaskeumana liukoisen ja liukenemattoman laskeuman summana.

### 13.1. Laskeumamittaukset vuonna 2020

Raahessa on kaksi laskeumamittausta pistettä Välikylässä ja Lentokentäntiellä. Näistä Välikylä edustaa teollisuuden läheisyyttä ja Lentokentäntie taustapitoisuutta ilman suurempien päästölähteiden vaikutusta. Molemmilla mittauspisteillä on laskeumamittausastiat, joihin kerätään ympäri vuoden aina kuukauden kerrallaan kaikki ilmasta laskeutuva aines. Astiat lähetetään laboratorioon, jossa niissä oleva näyte esikäsitellään ja analysoidaan.

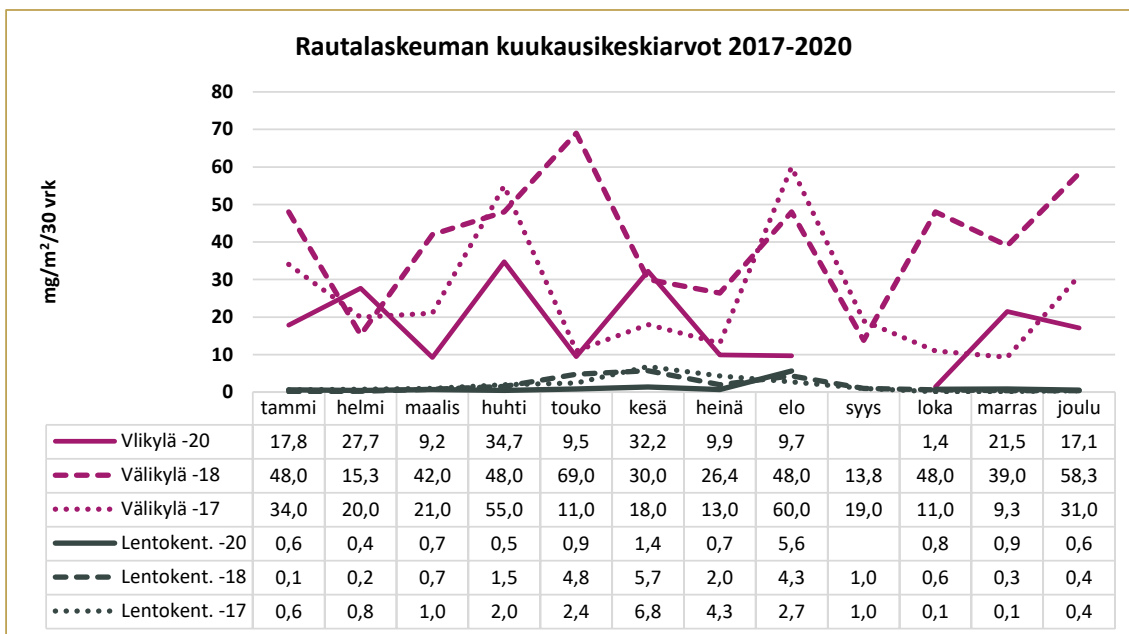
Laskeumanäytteistä määritetään samat raskasmetallit kuin hengitettävistä hiukkasistakin, eli arseeni (As), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), lyijy (Pb), nikkeli (Ni), rauta (Fe), sinkki (Zn) ja vanadiini (V). Tuloksissa ilmoitetaan summana sekä veteen liuenneet että hiukkasiin sitoutuneet metallit. Laskeuman suhteen ei lainsäädännössä ole määritelty pitoisuusrajoituksia, mutta laskeumassa olevan arseenin, kadmiumin, lyijyn ja nikkelin määrittäminen on standardisoitu.

Laskeuman osalta vuonna 2020 saatiin tulokset molemmilla mittauspisteillä kaikilta kuukausilta, mutta syyskuun analyysitulokset hylättiin poikkeavien pitoisuuksien vuoksi. Syyskuun tulokset näyttivät siltä, että Välikylän ja Lentokentäntien näytteet olisivat voineet mennä keskenään sekaisin.

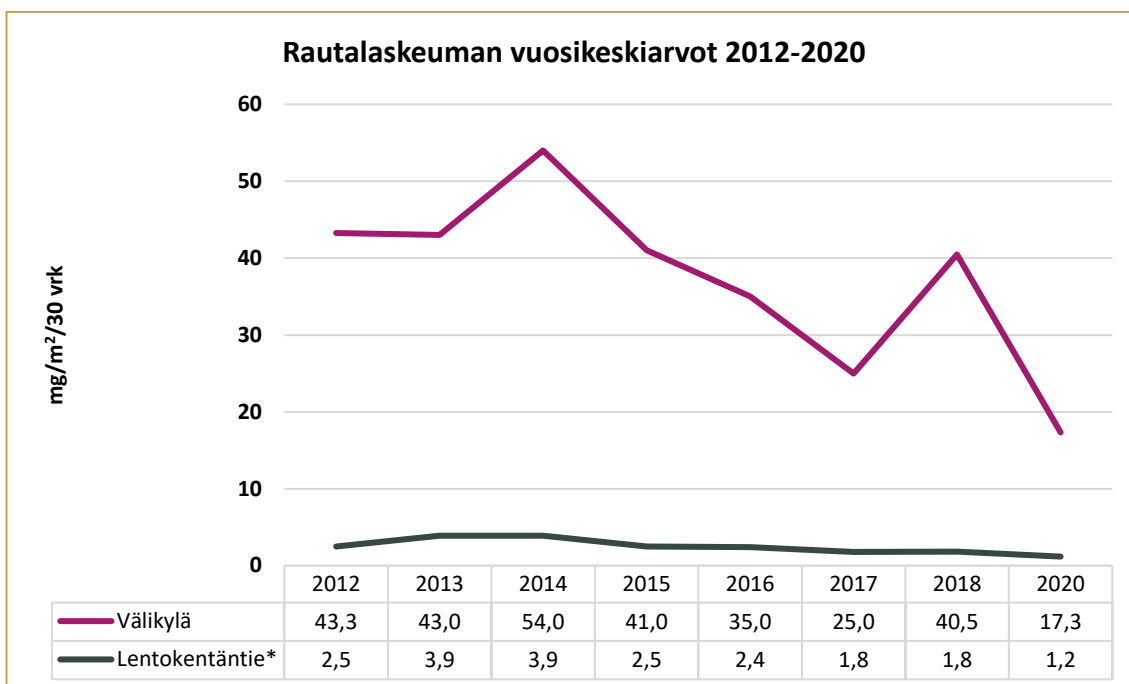
Kaikille metalleille yksikkö on sama mg/m<sup>2</sup>/30 vrk, mutta pitoisuustaso toisiin metalleihin nähden voi olla jopa yli 10 000-kertainen. Pitoisuustasoista suurin on

rautalaskemalla, jonka kuukausikeskiarvot on nähtävillä kaaviossa 37, johon on vertailun vuoksi merkitty myös vuosien 2017 ja 2018 pitoisuudet. Pidemmälläkään aikavälillä ei voida selkeästi osoittaa, että laskeumapitoisuudet olisivat riippuvaisia vuodenajoista, vaan pitoisuustasot vaihtelevat ympäri vuoden ja eri vuosien välillä. Kaavioon 38 on koottuna rautalaskeman vuosikeskiarvot 2012–2020. Kaavioista puuttuvat 2019 vuoden laskeumatulokset kokonaan, koska kyseisen vuoden tuloksia ei voitu pitää luotettavina ja ne jätettiin raportoimatta.





Kaavio 37: Rautalaskeuman kuukausikeskiarvot 2017–2020 laskeumamittauspisteillä.



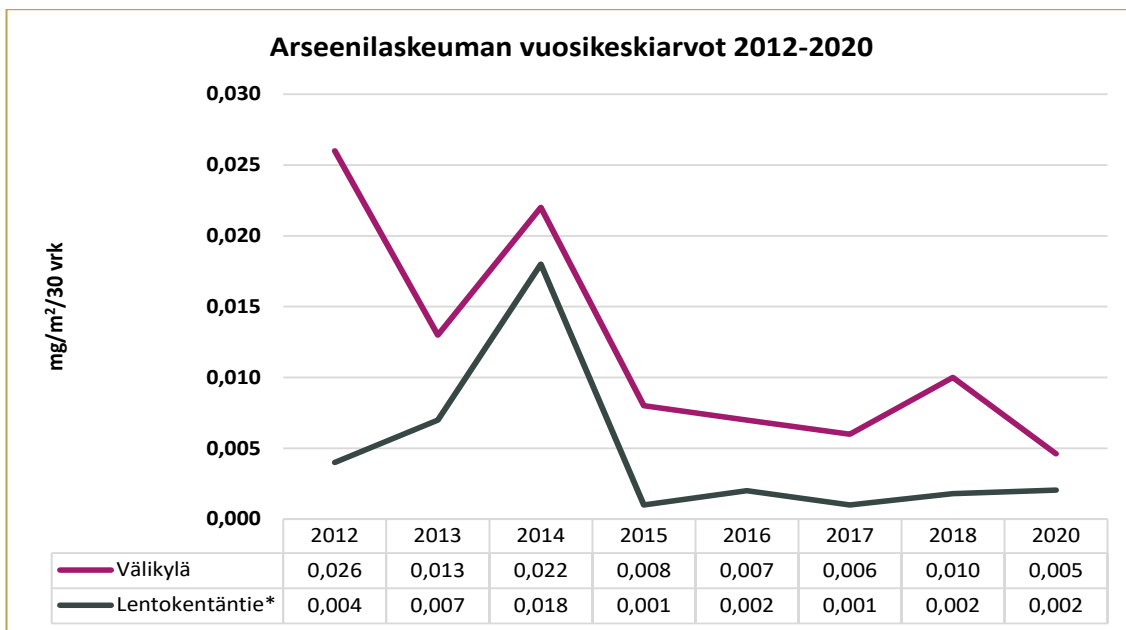
Kaavio 38: Rautalaskeuman vuosikeskiarvot 2012–2020 laskeumamittauspisteillä.

\*Lentokentäntien mittauspiste sijaitti Sarkalassa 09/2014 saakka.

Kaavioihin 39–46 on koottuna muiden laskeumasta mitattavien raskasmetallien vuosikeskiarvot 2012–2020 aakkosjärjestyksessä. Kadmiumin pitoisuudet keskiarvot ovat olleet useana vuotena alle määritysrajan, minkä takia ne näkyvät kaaviossa nollana. Muiden raskasmetallien osalta nähdään, että pitoisuustasot vaihtelevat metallista ja vuodesta riippuen. Osalla metalleista, kuten arseenilla tai nikkelillä,

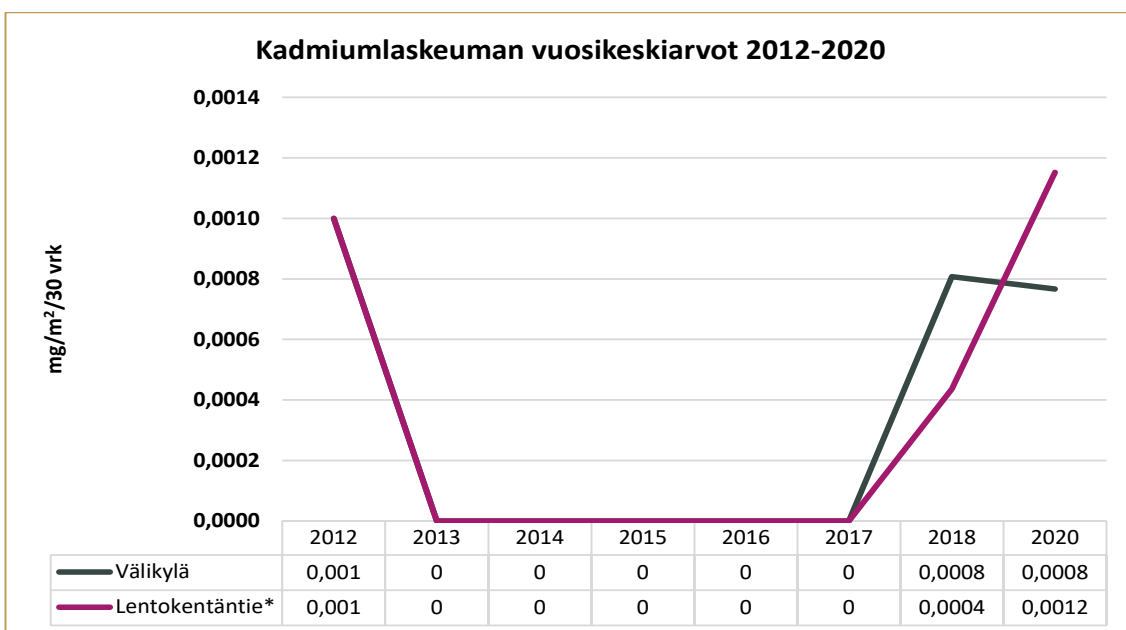
laskeumapitoisuudet vaihtelevat lähes samassa suhteessa, mutta esimerkiksi lyijyllä ei ole havaittavissa samanlaista yhdenmukaisuutta.

Välikylässä mitattavat laskeumapitoisuudet ovat pääsääntöisesti Lentokentäntien taustapitoisuuksia suuremmat muutamaa poikkeusta lukuunottamatta.



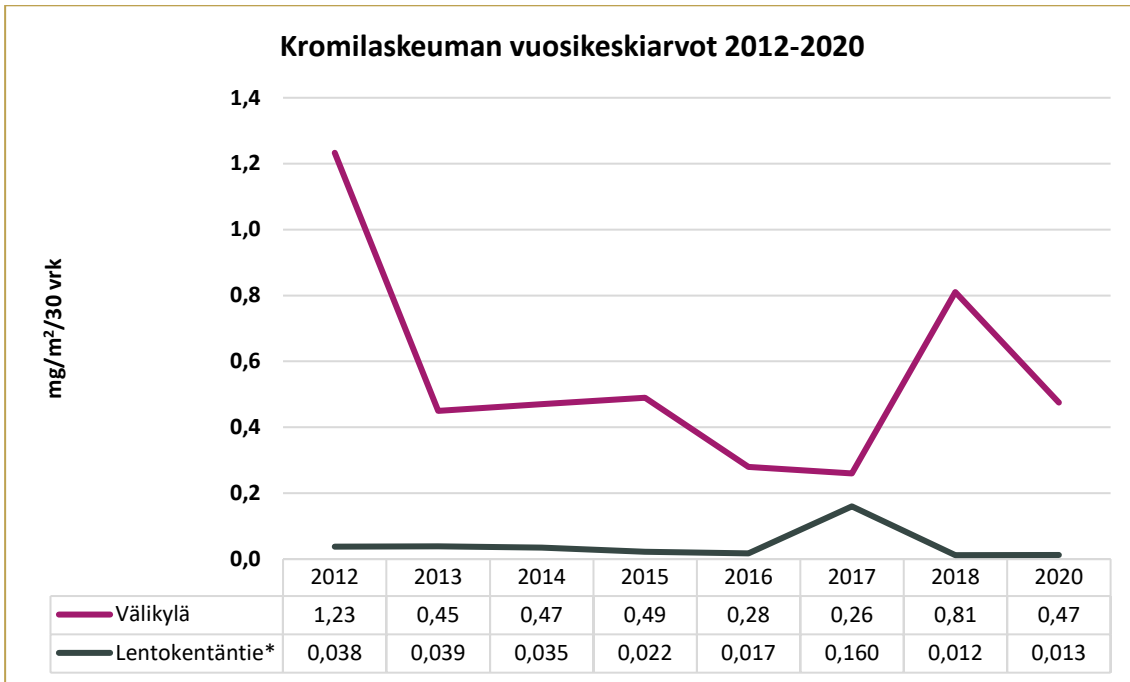
Kaavio 39: Arseenilaskeuman vuosikeskiarvot 2012–2020 laskeumamittauspisteillä.

\*Lentokentäntien mittauspiste sijaitsi Sarkalassa 09/2014 saakka.



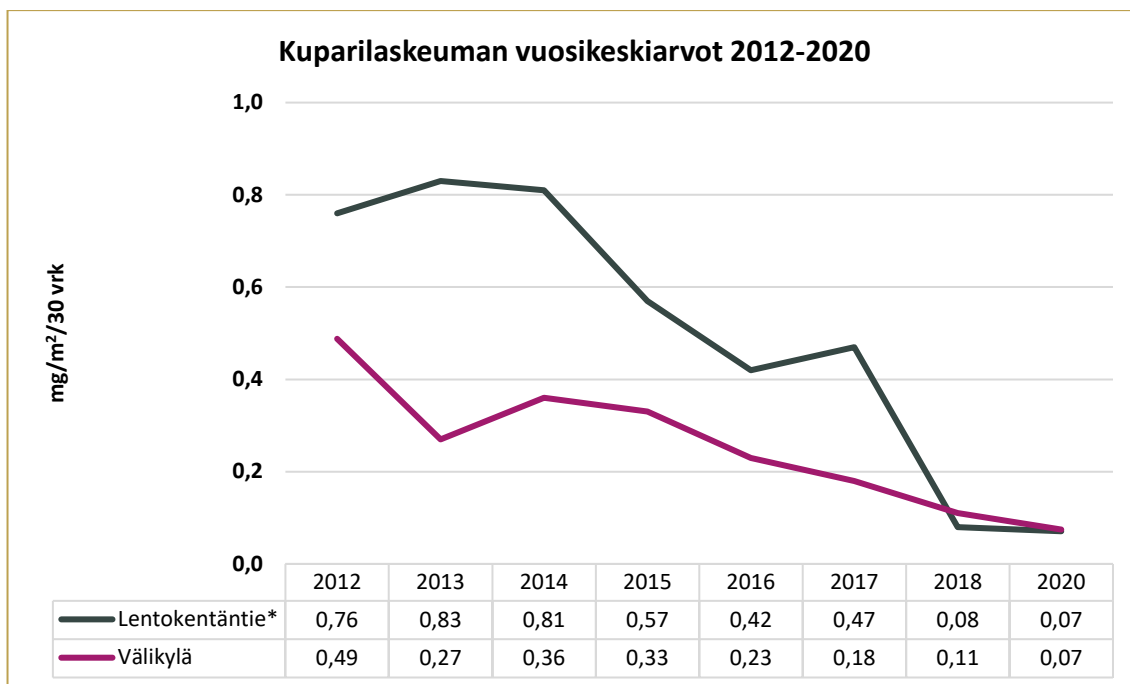
Kaavio 40: Kadmiumlaskeuman vuosikeskiarvot 2012–2020 laskeumamittauspisteillä.

\*Lentokentäntien mittauspiste sijaitsi Sarkalassa 09/2014 saakka.



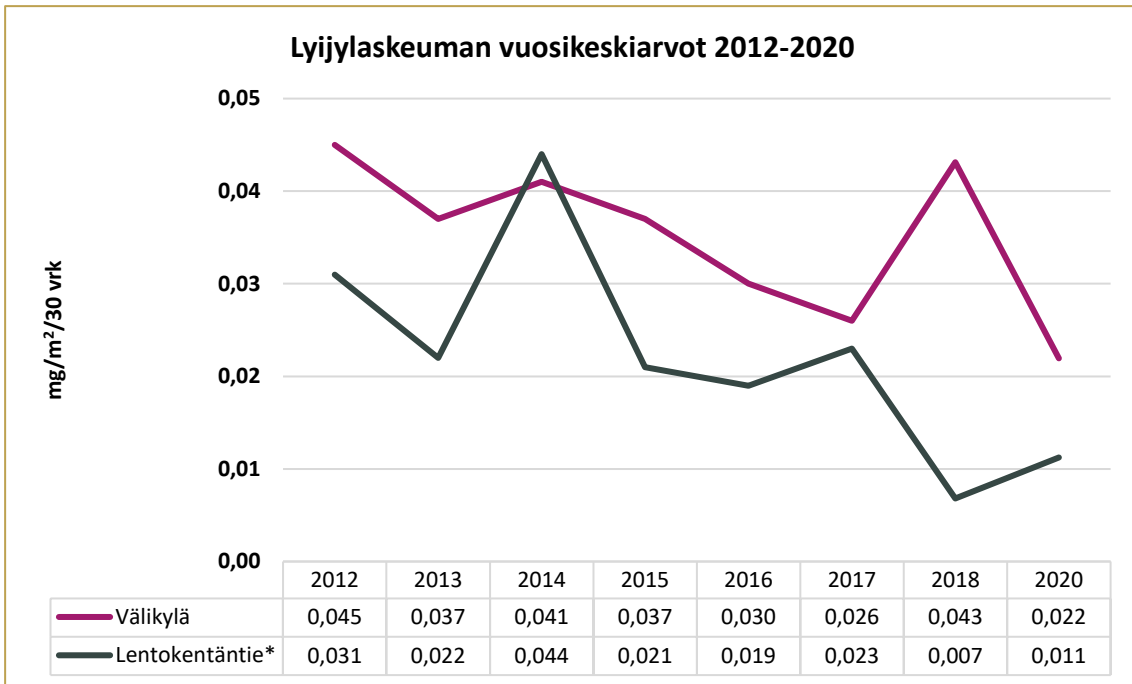
Kaavio 41: Kromilaskeuman vuosikeskiarvot 2012–2020 laskeumamittauspisteillä.

\*Lentokentäntien mittauspiste sijaitsi Sarkalassa 09/2014 saakka.



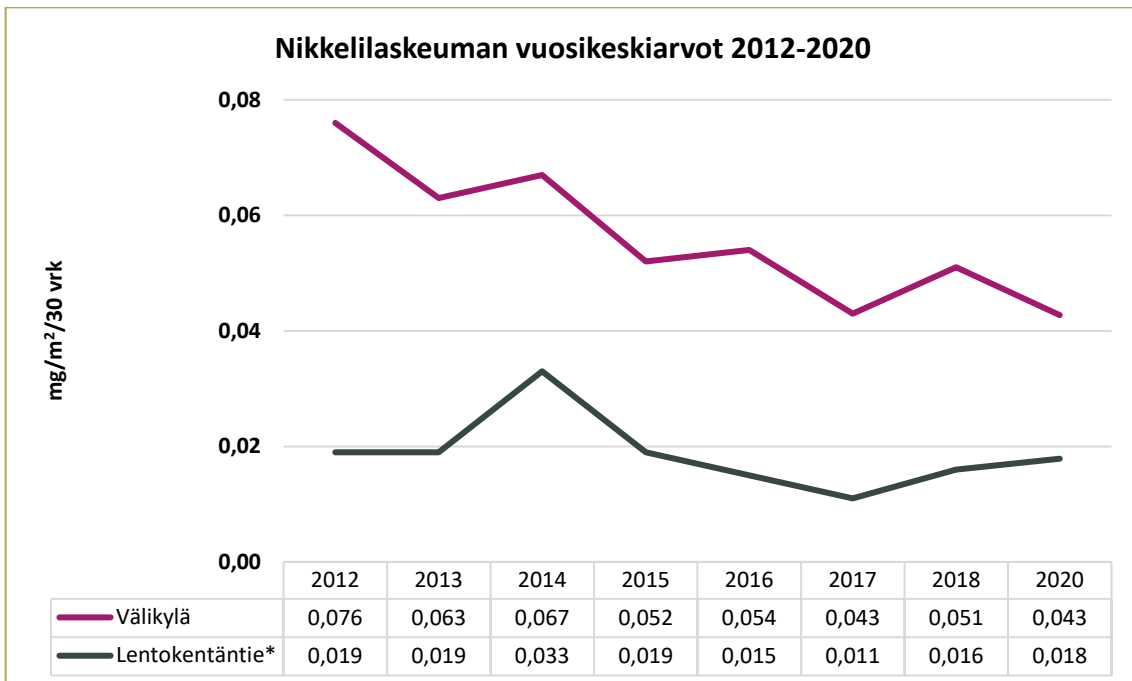
Kaavio 42: Kuparilaskeuman vuosikeskiarvot 2012–2020 laskeumamittauspisteillä.

\*Lentokentäntien mittauspiste sijaitsi Sarkalassa 09/2014 saakka.



Kaavio 43: Lyijylaskeuman vuosikeskiarvot 2012–2020 laskeumamittauspisteillä.

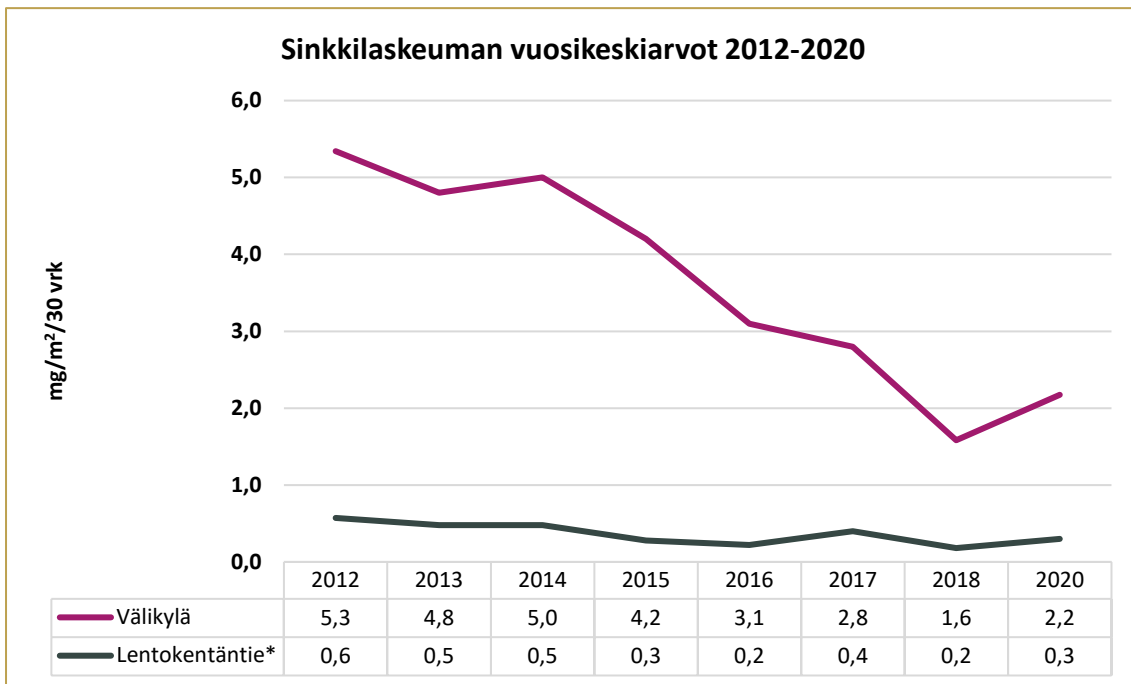
\*Lentokentäntien mittauspiste sijaitsi Sarkalassa 09/2014 saakka.



Kaavio 44: Nikkelilaskeuman vuosikeskiarvot 2012–2020 laskeumamittauspisteillä.

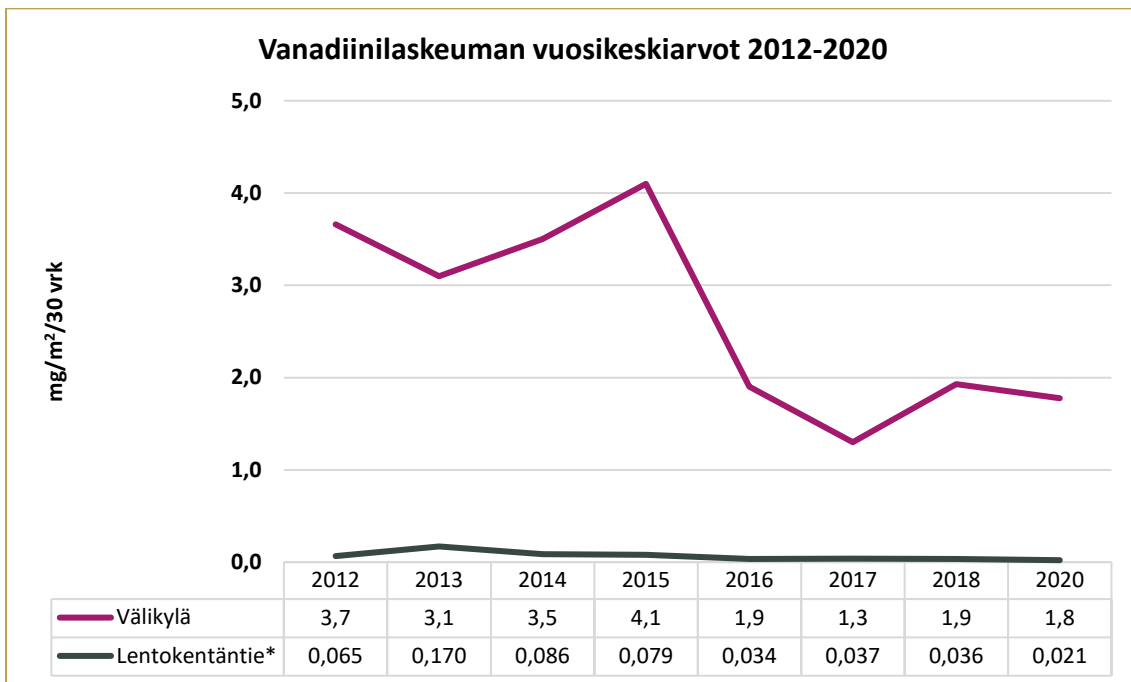
\*Lentokentäntien mittauspiste sijaitsi Sarkalassa 09/2014 saakka.





Kaavio 45: sinkkilaskeuman vuosikeskiarvot 2012–2020 laskeumamittauspisteillä.

\*Lentokentäntien mittauspiste sijaitti Sarkalassa 09/2014 saakka.



Kaavio 46: Vanadiinilaskeuman vuosikeskiarvot 2012–2020 laskeumamittauspisteillä.

\*Lentokentäntien mittauspiste sijaitti Sarkalassa 09/2014 saakka.

## 14. SÄÄTIEDOT

Keskustan mittausasemalla on oma sääasema, mutta lisäksi tuloksissa hyödynnetään Lapaluodon satamassa sijaitsevaa Ilmatieteenlaitoksen sääasemaa. Vuonna 2020 lämpötilat olivat talvi- ja syyskuukausina korkeampia kuin kuukausikeskiarvot. Vallitseva tuulensuunta oli Lapaluodossa kaakon ja lounaan välillä. Keskustassa mitattu tuulensuunta vaihtelee enemmän. Viime vuoden säätiedot löytyvät kappaleesta 14.1.

Sää vaikuttaa ilmanlaatuun joko heikentävästi tai puhdistavasti. Erityisesti talvisin heikkotuulissa tilanteissa liikenteen päästöt eivät pääse sekoittumaan, vaan kerääntyvät päästölähteiden lähelle. Voimakkailla tuulilla päästöt taas voivat kulkeutua satojenkin kilometrien päähän. Sumupilvet ja sateet puhdistavat ilmaa, mutta toisaalta ilmassa olevat epäpuhtaudet joutuvat sateen mukana maaperään ja vesistöihin.

Talvisin ilmanlaatuun voi vaikuttaa myös ns. inversiotilanne, jollainen muodostuu erityisesti heikkotuulisen ja selkeän yön jälkeen. Tällöin maanpinta ja sen lähellä oleva ilma jäähtyy niin, että kylmempi ilma jää ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Kylmä pintailma ei raskaampana pääse kohoamaan yläpuolellaan olevan lämpimän kerroksen läpi ja ilmakehän pystysuuntainen liike lakkaa. Tällöin maan pinnan läheisyydessä muodostuvat saasteet eivät pääse sekoittumaan kunnolla, vaan jäävät ”leijallemaan” päästölähteen lähelle.

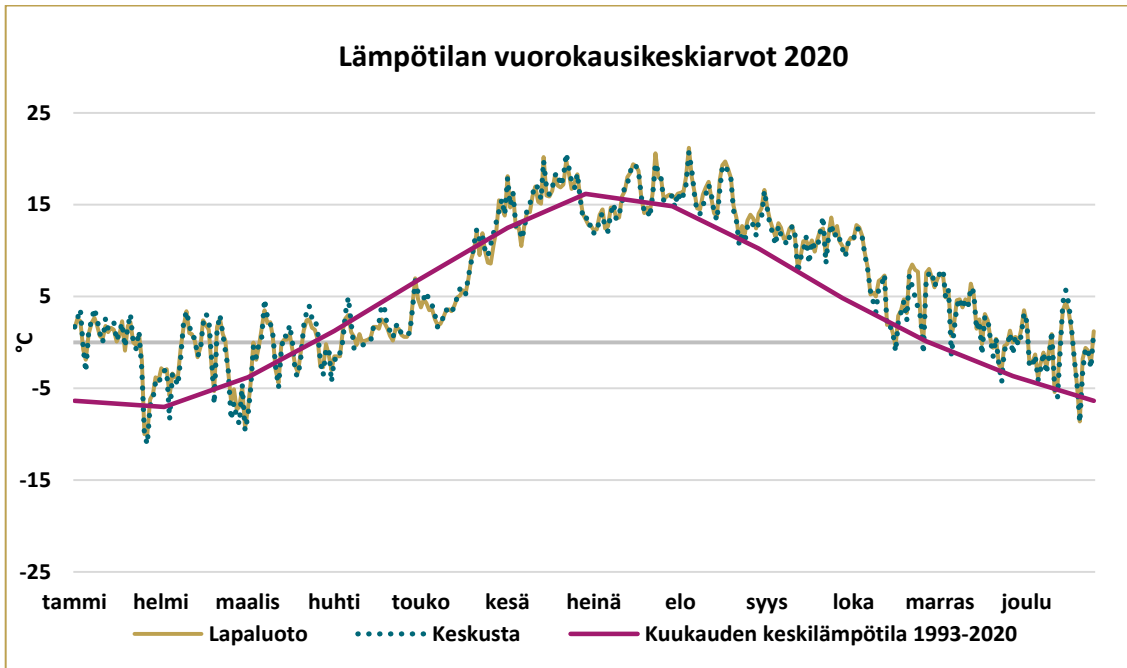


### 14.1. Vuoden 2020 sää

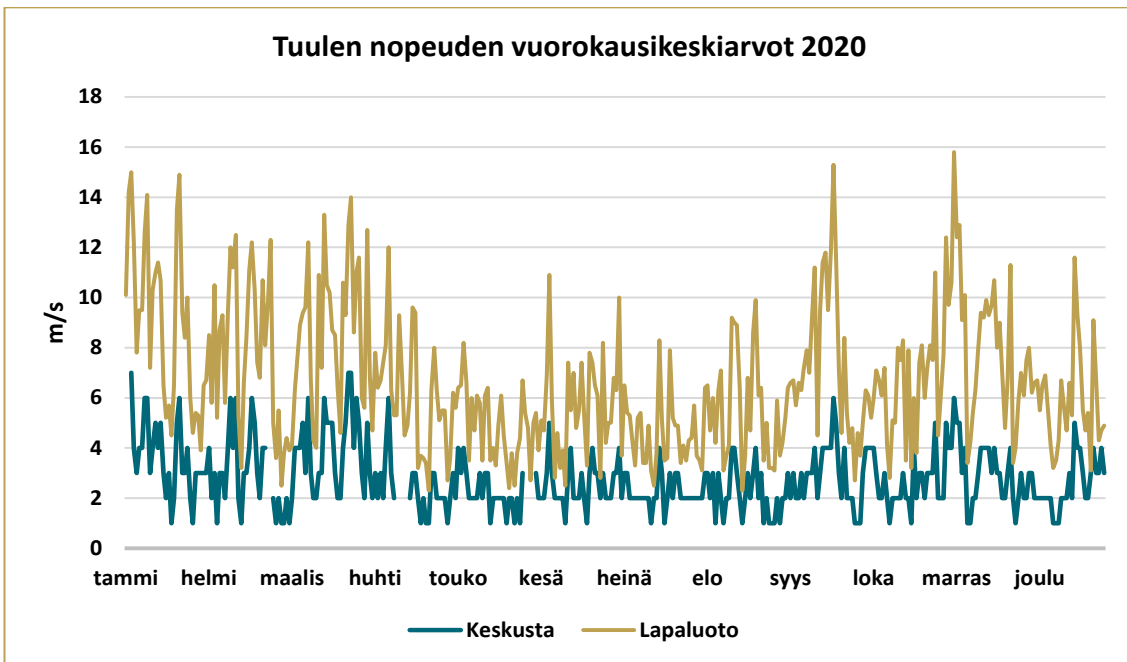
Keskustan sääasemalta on havaintojen ajallinen kattavuus lämpötilan osalta 97 % ja tuulitietojen osalta 97,6 %. Omien mittauksen lisäksi tuloksissa ilmoitetaan Ilmatieteenlaitoksen Lapaluodon sääasemalta oleva säätiedot, jossa ajallinen kattavuus on 100 %.

Kaavioihin 47–48 on kuvattuna lämpötilan ja tuulen nopeuksien vuorokausikeskiarvot

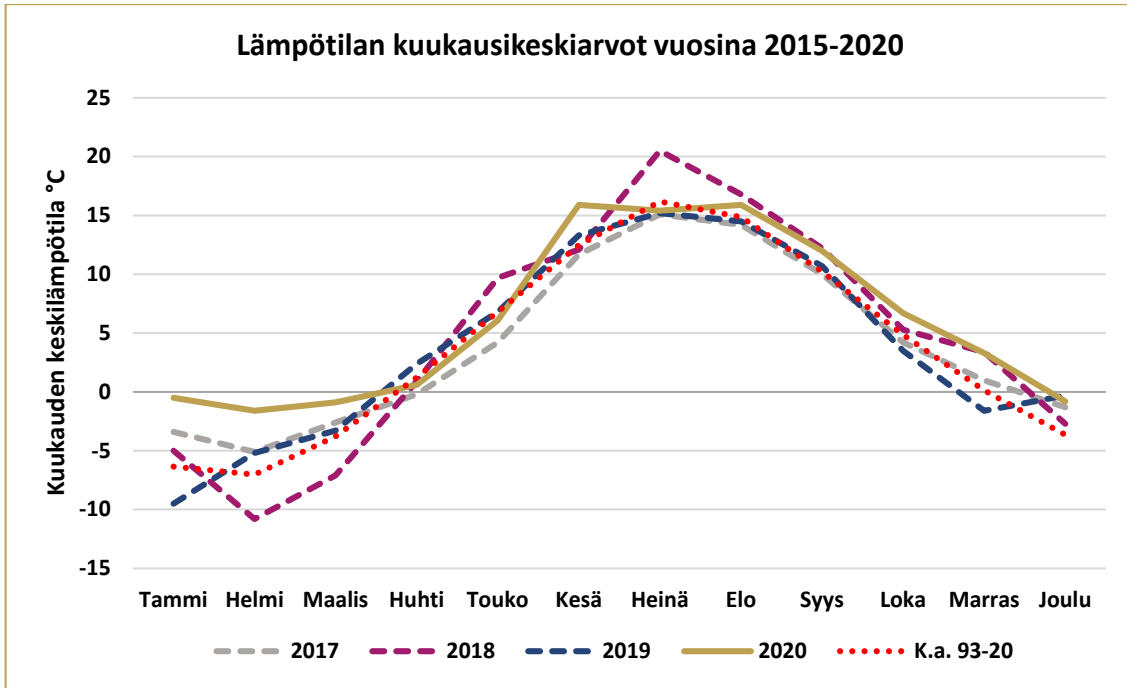
Keskustassa ja Lapaluodossa. Lämpötilan kaavioon on merkitty myös vuosien 1993–2020 kuukausikeskiarvo. Kaaviosta nähdään, että lämpötilat ovat mittausasemilla lähes identtiset. Kaaviosta 48 näkyy ero tuulen voimakkuuksissa Lapaluodossa ja Keskustassa. Keskustassa rakennukset vaikuttavat tuulen suuntaan ja voimakkuuteen mittausasemalla.



Kaavio 47: Lapaluodon ja keskustan lämpötilan vuorokausikeskiarvot sekä pitkän ajan kuukausikeskiarvo. Lapaluodon säätiedot ovat Ilmatieteenlaitoksen sääasemalta.



Kaavio 48: Keskustan ja Lapaluodon tuulen nopeuden vuorokausikeskiarvot. Lapaluodon säätiedot ovat Ilmatieteenlaitoksen sääasemalta.



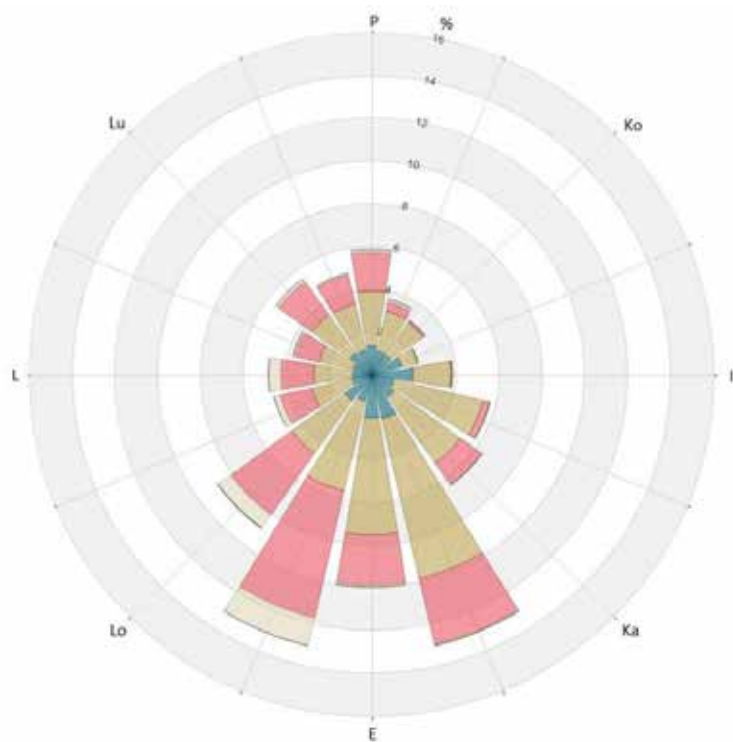
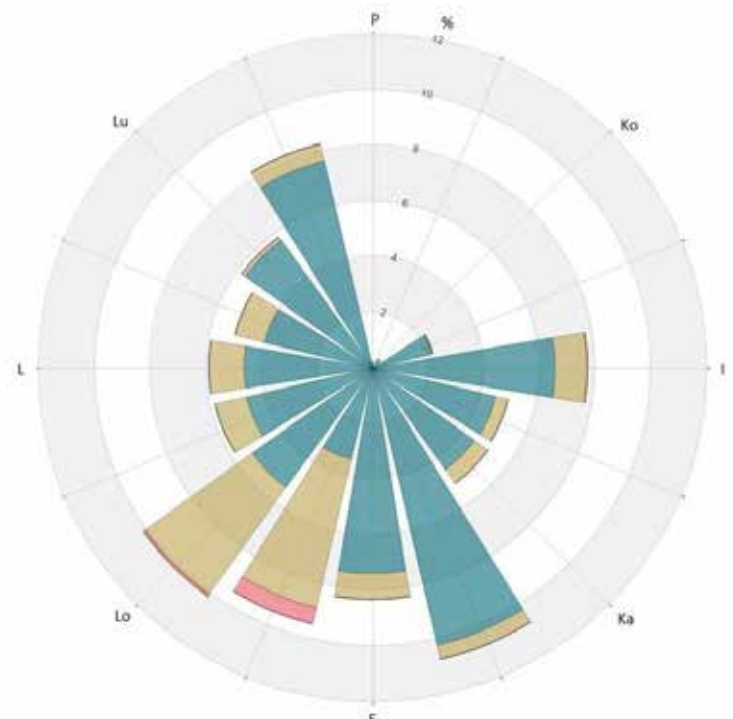
Kaavio 49: Lämpötilan kuukausikeskiarvot vuosina 2017–2020, sekä pitkän ajan kuukausikeskiarvo 1993–2020. Säätiiedot ovat Ilmatieteenlaitoksen Lapaluodon sääasemalta.

Kaaviosta 49 nähdään, että viimeisen viiden vuoden ajanjaksoon, sekä pitkän ajanjakson (vuodet 1993–2020) keskiarvoon verrattuna vuosi 2020 oli talvi- ja syyskuukausien osalta normaalia lämpimämpi.







vaitaan tuulta joka ilmansuunnasta ja tuulen nopeus on pääosin kohtalaista tai navakkaa (4-13 m/s). Jonkin verran havaitaan myös kovaa tuulta (14–20 m/s) ja myrskyä (>20 m/s).

Kaaviossa 50 (seuraava sivu) on kuvattuna Keskustan ja Lapaluodon mittausasemien tuuliruusut, eli tuulen suuntien suhteellinen osuus kaikista tuulitiedoista. Keskustan tuulitiedot saadaan mittausaseman omalta sääasemalta, ja Lapaluodon tuulitiedot ovat Ilmatieteenlaitoksen Lapaluodon sääasemalta. Kaaviosta nähdään, että eniten tuulee kaakon ja lounaan väliltä, mutta voimakkainta tuulta on yleensä lounaasta päin tuullessa. Keskustassa yleisiä tuulensuuntia on myös itä ja pohjoisluode, kun taas pohjoisen ja koillisen väliltä ei tuule yhtään. Tämä johtuu aseman läheisistä kerrostaloista, jotka suojaavat asemaa kyseiseltä ilmansuunnalta tulevilta tuuilta. Keskustassa tuulen nopeus on pääosin heikkoa tai kohtalaista (1-7 m/s). Lapaluodon satamassa sijaitsevalla Ilmatieteenlaitoksen asemalla ha-





**Tuulen osuus (%)**

- |  |  |  |
|--|--|--|
|  Tyyni < 1 m/s,   |  Heikko 1-4 m/s |  Kohtalainen 4-8 m/s |
|  Navakka 8-14 m/s |  Kova 14-20 m/s |  Myrsky >20 m/s      |

Kaavio 50: Keskustan (ylhäällä) ja Lapaluodon (alhaalla) tuuliruusuut 2020. Keskustan tuulitietoja on käytettävissä 97,6 % ja Lapaluodossa 100,0 % vuoden tunneista.

## 15. LÄHDELUETTELO

- Ilmatieteenlaitos: Asiantuntijapalvelut – Ilmanlaatu ja Energia (2016), Raahen ilmanlaadun seurantasuunnitelma
- Ilmatieteenlaitos: Raportteja 2017:6, Ilmanlaadun Mittausohje 2017
- Vanhat vuosiraportit, erityisesti vuoden 1978–1992 kokoelmaraportti, sekä ns. siirtymävuosien 2000, 2004 ja 2007 raportit
- Ilmatieteenlaitos: Ilmanlaatusivusto, sähköisesti:  
<https://ilmatieteenlaitos.fi/teematietoa-ilmanlaadusta>
- Ilmatieteenlaitos – Avoin data: Lapaluodon säätiedot ja –historia, sähköisesti:  
<https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>
- VTT: LIPASTO - Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskenta-järjestelmä:
  - LIISA – tieliikenteen laskentajärjestelmä, sähköisesti:  
<http://lipasto.vtt.fi/liisa/kunnat.htm>
  - MEERI – vesiliikenteen laskentajärjestelmä, sähköisesti:  
<http://lipasto.vtt.fi/meeri/index.htm>
- Toimijoiden vuosiraportit
- Lait, asetukset ja standardit

## 16. LIITTEET

LIITE 1: Typpidioksidin (NO<sub>2</sub>) raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet

LIITE 2: Rikkidioksidin (SO<sub>2</sub>) raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet

LIITE 3: Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) raja-arvoon verrannolliset pitoisuudet

LIITE 4: PAH-yhdisteiden pitoisuudet 2015–2020

**LIITE 1: Typpidioksidin (NO<sub>2</sub>) raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet**

<b>Keskusta NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>						
	<b>Keskiarvo</b>	<b>Suurin vuorokausi</b>	<b>2. suurin vuorokausi</b>	<b>Suurin tuntiarvo</b>	<b>99 %:n tuntiarvo</b>	<b>Ajallinen kattavuus (%)</b>
<b>Raja-arvo</b>	<b>40 (vuosi)</b>			<b>200</b>		<b>85 % (vuosi)</b>
<b>Ohjearvo</b>			<b>70</b>		<b>150</b>	<b>75 % (kk)</b>
<b>Kriittinen taso</b>	<b>30 (vuosi)</b>					
<b>Tammi</b>	7,8	17,8	16,4	83,7	41,4	99,6
<b>Helmi</b>	12,6	45,6	38,1	98,3	81,0	100
<b>Maalis</b>	7,9	16,2	15,9	57,6	33,6	99,7
<b>Huhti</b>	5,0	13,5	11,5	48,9	31,8	100
<b>Touko</b>	5,5	12,6	10,8	36,0	28,5	92,6
<b>Kesä</b>	4,5	12,8	9,4	30,6	23,2	98,1
<b>Heinä</b>	3,4	6,6	5,2	17,8	12,0	100
<b>Elo</b>	5,2	12,0	10,6	31,0	21,3	100
<b>Syys</b>	4,8	12,6	10,4	34,7	21,5	99,6
<b>Loka</b>	6,7	16,0	14,4	59,7	36,8	100
<b>Marras</b>	6,0	29,8	12,4	64,2	40,3	100
<b>Joulu</b>	7,2	17,2	15,0	66,4	24,7	99,7
<b>Vuosikeskiarvo<sup>1)</sup></b>	<b>6,4 µg/m<sup>3</sup></b>					<b>99,1 %</b>

<sup>1)</sup> Vuosikeskiarvo on mitattu koko vuoden mittaustulosten, ei kuukausikeskiarvojen perusteella.

**LIITE 2: Rikkidioksidin (SO<sub>2</sub>) raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet**

<b>Lapaluoto SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>						
	<b>Keskiarvo</b>	<b>Suurin vuorokausi</b>	<b>2. suurin vuorokausi</b>	<b>Suurin tuntiarvo</b>	<b>99 %:n tuntiarvo</b>	<b>Ajallinen kattavuus (%)</b>
<b>Raja-arvo</b>		<b>125</b>		<b>350</b>		<b>85 % (1v)</b>
<b>Ohjearvo</b>			<b>80</b>		<b>250</b>	<b>75 % (kk)</b>
<b>Kriittinen taso</b>	<b>20 (vuosi)</b>					
<b>Tammi</b>	2,8	12,2	11,5	74,4	38,8	99,7
<b>Helmi</b>	3,5	14,2	11,8	57,7	27,4	100
<b>Maalis</b>	2,5	22,8	6,0	40,6	27,5	99,9
<b>Huhti</b>	1,2	10,8	9,1	70,5	16,0	100
<b>Touko</b>	1,3	4,8	3,8	34,4	13,2	100
<b>Kesä</b>	1,1	7,1	3,3	41,7	15,4	99,7
<b>Heinä</b>	1,7	5,8	5,2	39,1	15,3	100
<b>Elo</b>	1,6	5,4	5,3	46,3	20,1	100
<b>Syys</b>	3,0	13,5	9,6	53,9	29,9	99,7
<b>Loka</b>	2,9	18,8	12,2	114,1	38,0	100
<b>Marras</b>	7,8	29,8	27,6	93,7	50,0	100
<b>Joulu</b>	6,7	23,5	21,9	71,8	47,4	99,7
<b>Vuosikeskiarvo<sup>1)</sup></b>	<b>3,0 µg/m<sup>3</sup></b>					<b>99,9 %</b>
<i><sup>1)</sup> Vuosikeskiarvo on mitattu koko vuoden mittaustulosten, ei kuukausikeskiarvojen perusteella.</i>						



### LIITE 3: Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) raja-arvoon verrannolliset pitoisuudet

Keskusta PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )				
	Keskiarvo	Suurin vuorokausi	2. suurin vuorokausi	Ajallinen kattavuus
Raja-arvo	50			85 % (1v) 75 % (kk)
Ohjearvo	70			
Tammi	8,7	27,9	20,5	100
Helmi	7,0	28,7	11,3	100
Maalis	18,2	54,3	<b>50,2</b>	100
Huhti	13,7	<b>56,3</b>	36,9	100
Touko	9,8	17,8	16,2	90,3
Kesä	12,6	29,8	27,5	96,7
Heinä	6,9	14,9	12,7	100
Elo	9,3	26,1	22,7	100
Syys	8,9	31,3	22,0	100
Loka	7,4	17,2	14,9	100
Marras	6,9	43,1	11,7	100
Joulu	7,7	22,2	18,0	100
Vuosikeskiarvo <sup>1)</sup>	<b>9,7 µg/m<sup>3</sup></b>			<b>98,9 %</b>

<sup>1)</sup> Vuosikeskiarvo on mitattu koko vuoden mittaustulosten, ei kuukausikeskiarvojen perusteella.

Lapaluoto PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )				
	Keskiarvo	Suurin vuorokausi	2. suurin vuorokausi	Ajallinen kattavuus
Raja-arvo	50			85 % (1v) 75 % (kk)
Ohjearvo	70			
Tammi	7,4	15,7	12,1	100
Helmi <sup>1)</sup>	9,0	21,3	20	100
Maalis	15,0	<b>46,6</b>	<b>44,6</b>	100
Huhti	8,8	42,7	23,5	100
Touko <sup>1)</sup>	8,2	17,8	14,3	96,8
Kesä	12,9	39,7	23,1	100
Heinä	8,3	17,7	15,6	100
Elo	9,7	23,9	19,1	100
Syys	12,5	40,2	32,0	96,7
Loka	9,6	20,6	18,1	100
Marras	12,2	32,8	30,0	100
Joulu	13,5	31,7	24,5	100
Vuosikeskiarvo <sup>1)</sup>	<b>10,6 µg/m<sup>3</sup></b>			<b>98,4 %</b>

<sup>1)</sup> Vuosikeskiarvo on mitattu koko vuoden mittaustulosten, ei kuukausikeskiarvojen perusteella.

#### LIITE 4: PAH-yhdisteiden pitoisuudet 2016–2020

PAH-yhdiste ng/m <sup>3</sup>	2016		2017		2018		2019		2020	
	Lapaluoto	Keskusta	Lapaluoto	Keskusta	Lapaluoto	Keskusta	Lapaluoto	Keskusta	Lapaluoto	Keskusta
Tavoitearvo Bentso(a)pyreenille	1		1		1		1		1	
Antraseeni	0,29	0,03	0,09	0,01	0,30	0,08	0,35	0,06	0,14	0,04
Asenaftteeni	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,05	0,09	0,09	0,09	0,09
Asenaftyleeni	0,10	0,03	0,05	0,02	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,09
Bentso(a)antraseeni	1,35	0,25	0,73	0,15	2,53	0,81	2,16	0,66	1,24	0,38
Bentso(a)pyreeni	<b>1,01</b>	0,29	0,63	0,19	<b>1,67</b>	0,63	<b>1,63</b>	0,50	0,86	0,29
Bentso(bj)fluoranteeni	1,77	0,68	1,38	0,54	2,95	1,16	2,73	1,04	1,60	0,58
Bentso(ghi)peryleeni	0,88	0,38	0,61	0,27	1,24	0,56	1,22	0,50	0,66	0,30
Bentso(k)fluoranteeni	0,61	0,21	0,44	0,16	0,90	0,35	0,85	0,30	0,48	0,18
Dibentso(ah+ac)antraseeni	0,17	0,05	0,09	0,03	0,32	0,12	0,19	0,09	0,18	0,06
Fenantreeni	1,28	0,12	0,57	0,07	1,44	0,57	1,40	0,37	0,69	0,29
Fluoranteeni	2,42	0,34	1,30	0,37	4,52	1,67	4,76	1,37	2,45	0,93
Fluoreeni	0,13	0,01	0,05	0,01	0,09	0,04	0,10	0,04	0,06	0,03
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	1,00	0,40	0,67	0,28	1,21	0,52	1,12	0,42	0,64	0,26
Kryseeni	1,22	0,24	0,77	0,16	1,78	0,66	1,65	0,72	0,97	0,35
Naftaleeni	0,05	0,02	0,06	0,02	0,10	0,05	0,16	0,10	0,13	0,10
Pyreeni	1,92	0,36	1,05	0,26	3,87	1,63	4,10	1,31	2,02	0,88
Trifenyyleeni					0,27	0,12	0,32	0,19	0,20	0,08
PAH-yhteensä	<b>14,25</b>	<b>3,42</b>	<b>8,54</b>	<b>2,56</b>	<b>23,30</b>	<b>9,06</b>	<b>22,97</b>	<b>7,85</b>	<b>12,50</b>	<b>4,94</b>